

Stanat, Petra [Hrsg.]; Schipolowski, Stefan [Hrsg.]; Mahler, Nicole [Hrsg.]; Weirich, Sebastian [Hrsg.]; Henschel, Sofie [Hrsg.]

IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich

Münster ; New York : Waxmann 2019, 450 S.



Quellenangabe/ Reference:

Stanat, Petra [Hrsg.]; Schipolowski, Stefan [Hrsg.]; Mahler, Nicole [Hrsg.]; Weirich, Sebastian [Hrsg.]; Henschel, Sofie [Hrsg.]: IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich. Münster ; New York : Waxmann 2019, 450 S. - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-181313 - DOI: 10.25656/01:18131

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-181313>

<https://doi.org/10.25656/01:18131>

in Kooperation mit / in cooperation with:



WAXMANN
www.waxmann.com

<http://www.waxmann.com>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. der Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Die neu entstandenen Werke bzw. Inhalte dürfen nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergegeben werden, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public and alter, transform or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work. If you alter, transform, or change this work in any way, you may distribute the resulting work only under this or a comparable license.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft



Petra Stanat
Stefan Schipolowski
Nicole Mahler
Sebastian Weirich
Sofie Henschel
(Hrsg.)



IQB-Bildungstrend 2018

Mathematische und naturwissenschaftliche
Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I
im zweiten Ländervergleich

WAXMANN

Petra Stanat, Stefan Schipolowski, Nicole Mahler,
Sebastian Weirich, Sofie Henschel (Hrsg.)

IQB-Bildungstrend 2018

Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen
am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich



Waxmann 2019
Münster • New York

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Print-ISBN 978-3-8309-4044-9
E-Book-ISBN 978-3-8309-9044-4

2019, Waxmann Verlag GmbH,
Steinfurter Straße 555, 48159 Münster

www.waxmann.com
info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Christian Aeverbeck, Münster
Umschlagfoto: © Steve Debenport – [iStockphoto.com](https://www.iStockphoto.com)
Satz: Roger Stoddart, Münster



Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell-ShareAlike 4.0 International

Inhalt

Danksagung	9
-------------------------	----------

Vorwort des Präsidenten der Kultusministerkonferenz.....	11
---	-----------

Kapitel 1

Konzeptuelle Grundlagen des IQB-Bildungstrends 2018	13
--	-----------

1.1 Die IQB-Bildungstrends als zentrales Element des Bildungsmonitorings in Deutschland	13
Petra Stanat, Stefan Schipolowski und Hans Anand Pant	
1.2 Beschreibung der untersuchten mathematischen Kompetenzen	21
Alexander Roppelt, Werner Blum, Claudia Pöhlmann, Nicole Mahler und Gilbert Greefrath	
1.3 Beschreibung der in den naturwissenschaftlichen Fächern untersuchten Kompetenzen	36
1.3.1 Das Kompetenzstrukturmodell in den naturwissenschaftlichen Fächern	36
Elke Sumfleth, Nicola Klebba, Alexander Kauertz, Jürgen Mayer, Hans E. Fischer, Maik Walpuski und Nicole Wellnitz	
1.3.2 Die Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss	40
Jürgen Mayer und Nicole Wellnitz	
1.3.3 Die Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss	44
Maik Walpuski und Elke Sumfleth	
1.3.4 Die Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss	46
Alexander Kauertz und Hans E. Fischer	
1.3.5 Die Operationalisierung naturwissenschaftlicher Kompetenzen im IQB-Bildungstrend 2018	48

Kapitel 2

Kompetenzstufenmodelle für das Fach Mathematik und für die naturwissenschaftlichen Fächer	51
--	-----------

2.1 Das Kompetenzkonzept der Bildungsstandards und die Entwicklung von Kompetenzstufenmodellen	51
Hans Anand Pant, Katrin Böhme, Petra Stanat, Stefan Schipolowski und Olaf Köller	
2.2 Kompetenzstufenmodelle für das Fach Mathematik.....	60
Werner Blum, Alexander Roppelt und Marcel Müller	
2.3 Kompetenzstufenmodelle für den Mittleren Schulabschluss in den naturwissenschaftlichen Fächern	72
2.3.1 Kompetenzstufenmodelle im Fach Biologie	72
Jürgen Mayer, Nicole Wellnitz, Nicola Klebba und Nele Kampa	
2.3.2 Kompetenzstufenmodelle im Fach Chemie	81
Maik Walpuski, Elke Sumfleth und Hans Anand Pant	
2.3.3 Kompetenzstufenmodelle im Fach Physik	90
Alexander Kauertz, Hans E. Fischer und Malte Jansen	

Kapitel 3**Anlage, Durchführung und Auswertung des IQB-Bildungstrends 2018..... 99**

- 3.1 Anlage und Durchführung.....99
Nicole Mahler, Stefan Schipolowski und Sebastian Weirich
- 3.2 Auswertung, Trendschätzung und Ergebnisdarstellung125
Nicole Mahler, Sebastian Weirich und Benjamin Becker

Kapitel 4**Kontextinformationen zu den Schulsystemen der Länder****in der Sekundarstufe I..... 131**

Stefan Schipolowski, Petra Stanat, Nicole Mahler und Sarah Lenz

- 4.1 Einleitung131
- 4.2 Ausgewählte Merkmale der Schulsysteme der Länder.....132
- 4.3 Komposition der Schülerschaft147
- 4.4 Fazit153

Kapitel 5**Kompetenzstufenbesetzungen im Ländervergleich..... 157**

- 5.1 Kompetenzstufenbesetzungen im Fach Mathematik.....157
Jenny Kölm und Nicole Mahler
- 5.2 Kompetenzstufenbesetzungen in den naturwissenschaftlichen Fächern.....169
Sebastian Weirich, Benjamin Becker und Marlen Holtmann

Kapitel 6**Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen****im Ländervergleich..... 201**

- 6.1 Mittelwerte und Streuungen der im Fach Mathematik erreichten Kompetenzen201
Nicole Mahler und Jenny Kölm
- 6.2 Mittelwerte und Streuungen der in den naturwissenschaftlichen Fächern
erreichten Kompetenzen213
Marlen Holtmann, Benjamin Becker und Sebastian Weirich

Kapitel 7**Geschlechtsbezogene Disparitäten 237**

Stefan Schipolowski, Julia Wittig, Nicole Mahler und Petra Stanat

- 7.1 Geschlechtsbezogene Unterschiede im Bildungsbereich238
- 7.2 Geschlechtsbezogene Kompetenzunterschiede im Jahr 2018242
- 7.3 Geschlechtsbezogene Kompetenzunterschiede in den Jahren 2012 und 2018 im
Vergleich252
- 7.4 Zusammenfassung und Diskussion258

Kapitel 8**Soziale Disparitäten 265**

Nicole Mahler und Jenny Kölm

- 8.1 Einleitung.....265
- 8.2 Indikatoren sozialer Disparitäten.....266
- 8.3 Anmerkungen zur Ergebnisdarstellung268

8.4	Verteilung des sozioökonomischen Status der Schülerinnen und Schüler	269
8.5	Soziale Gradienten	270
8.6	Kompetenzniveau nach EGP-Extremgruppen	276
8.7	Zusammenfassung und Diskussion	291

Kapitel 9

Zuwanderungsbezogene Disparitäten 295

Sofie Henschel, Birgit Heppt, Sebastian Weirich, Aileen Edele,
Stefan Schipolowski und Petra Stanat

9.1	Analysen zuwanderungsbezogener Disparitäten als Gegenstand des Bildungsmonitorings	295
9.2	Erfassung des Zuwanderungshintergrunds	296
9.3	Jugendliche aus zugewanderten Familien und Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund in den Ländern	298
9.4	Kompetenzen von Neutklässlerinnen und Neutklässlern	301
9.5	Zusammenspiel von Zuwanderungshintergrund, familiären Hintergrundmerkmalen und Kompetenzen	319
9.6	Soziale Eingebundenheit und Schulzufriedenheit von Neutklässlerinnen und Neutklässlern nach Zuwanderungsstatus im Jahr 2018	324
9.7	Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie	326
9.8	Zusammenfassung und Diskussion	331

Kapitel 10

Motivationale Schülermerkmale im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern 337

Malte Jansen, Rebecca Schneider, Stefan Schipolowski und Sofie Henschel

10.1	Die Rolle von Selbstkonzept und Interesse in der schulischen Bildung	338
10.2	Befunde zu Kohortenunterschieden in schulischer Motivation	339
10.3	Erfassung motivationaler Merkmale im IQB-Bildungstrend 2018	340
10.4	Selbstkonzept und Interesse von Schülerinnen und Schülern im Jahr 2018	341
10.5	Selbstkonzept und Interesse von Schülerinnen und Schülern im Trend	347
10.6	Zusammenfassung und Diskussion	350

Kapitel 11

Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik 355

Sofie Henschel, Camilla Rjosk, Marlen Holtmann und Petra Stanat

11.1	Einleitung	355
11.2	Bedeutung von Unterrichtsmerkmalen für den Lernerfolg	356
11.3	Methode	358
11.4	Ausprägungen von Merkmalen der Unterrichtsqualität am Ende der Sekundarstufe I im Mathematikunterricht im Jahr 2018	360
11.5	Bedeutung von Unterrichtsmerkmalen für den Lernerfolg im Mathematikunterricht	371
11.6	Zusammenfassung und Diskussion	377

Kapitel 12**Aspekte der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern 385**

Dirk Richter, Benjamin Becker, Lars Hoffmann, Johanna Busse und Petra Stanat

12.1	Einleitung.....	385
12.2	Forschungsstand zu der Qualifikation von Lehrkräften und zu Zusammenhängen mit dem Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern	386
12.3	Forschungsstand zur beruflichen Fortbildung von Lehrkräften.....	389
12.4	Datengrundlage.....	390
12.5	Qualifikation von Lehrkräften im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern	394
12.6	Fortbildungsaktivitäten der Lehrkräfte.....	396
12.7	Zusammenhänge zwischen der beruflichen Qualifikation der Lehrkräfte und dem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler.....	401
12.8	Zusammenfassung und Diskussion	405

Kapitel 13**Testdesign und Auswertung des IQB-Bildungstrends 2018:
Technische Grundlagen..... 411**

Benjamin Becker, Sebastian Weirich, Nicole Mahler und Karoline A. Sachse

13.1	Testdesign	411
13.2	Skalierung der Kompetenztests	416
13.3	Trendschätzung	421

Kapitel 14**Zusammenfassung und Einordnung der Befunde 427**Petra Stanat, Stefan Schipolowski, Nicole Mahler, Sebastian Weirich
und Sofie Henschel

14.1	Erreichen der Bildungsstandards in den Ländern	429
14.2	Durchschnittliches Niveau der Kompetenzen	436
14.3	Geschlechtsbezogene, soziale und zuwanderungsbezogene Disparitäten in den erreichten Kompetenzen	441
14.4	Motivationale Schülermerkmale im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern	445
14.5	Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik.....	446
14.6	Aspekte der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern	448
14.7	Fazit	449

Danksagung

Zur Erstellung des Berichts über den IQB-Bildungstrend 2018 haben viele Personen beigetragen. An dieser Stelle möchten wir uns bei allen bedanken, die uns bei diesem umfangreichen Projekt unterstützt haben. Personen, die an inhaltlichen und logistischen Vorarbeiten zur Durchführung der Studie beteiligt waren, wird namentlich in Kapitel 3.1 gedankt.

Ein herzlicher Dank gilt Danila Aljancic, Juan José Argüello Guerra, Hannes Baukmann, Johanna Busse, Anne Heinschel, Niels Jürgensen, Rusanthja Kathirgamalingam, Carsten Menzl, Sophia Mihm, Felix Milles, Melanie Noack, Stefanie Pietz, Dr. Anne Schmidt, Franziska Schwarzer, Lukas Sevens und Daria Tashkinova für ihre Unterstützung bei der Zusammenstellung und beim Layout der Testmaterialien sowie bei der Erstellung und Prüfung der zahlreichen Abbildungen, Tabellen und Texte für den Berichtsband. Weiterhin danken wir Mischa Mangel und Ricarda Klein für redaktionelle Arbeiten an den Manuskripten.

Auch alle anderen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IQB waren direkt oder indirekt an den Arbeiten beteiligt, die im Rahmen des IQB-Bildungstrends 2018 zu leisten waren, und sind bereitwillig eingesprungen, wenn zusätzliche Unterstützung benötigt wurde. Dafür ganz herzlichen Dank.

Für die hilfreichen Rückmeldungen und Anregungen zu einzelnen Kapiteln bedanken wir uns bei Norbert Maritzen, Benjamin Becker, Dr. Camilla Rjosk, Dr. Alexander Robitzsch und Karoline Sachse danken wir für die kompetente Unterstützung in methodischen Fragen.

Dem Team des Waxmann Verlags gilt unser herzlicher Dank für die professionelle, freundliche und geduldige Zusammenarbeit.

Schließlich möchten wir uns ganz besonders bei den Autorinnen und Autoren der vorausgegangenen Berichte zu den Ländervergleichsstudien und Bildungstrends des IQB bedanken, von deren Erfahrungen und Vorarbeiten wir im gesamten Verlauf der Auswertung und Berichterlegung profitiert haben. Beim vorliegenden Bericht handelt es sich um einen Band in einer fortlaufenden Reihe von Berichten über die IQB-Ländervergleichsstudien und IQB-Bildungstrends. Beschreibungen konstanter Sachverhalte wurden aus diesem Grund teilweise wörtlich aus früheren Berichtsbänden der Reihe übernommen, ohne dies im Einzelnen zu kennzeichnen.

Petra Stanat, Stefan Schipolowski, Nicole Mahler,
Sebastian Weirich und Sofie Henschel

Vorwort des Präsidenten der Kultusministerkonferenz

Vor nunmehr über 15 Jahren hat die Kultusministerkonferenz mit der Einführung der bundesweit geltenden Bildungsstandards die Grundlage für einen gemeinsamen Maßstab zur Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung an den Schulen in Deutschland geschaffen.

Die Bildungsstandards beschreiben Leistungserwartungen in Form fachlicher Kompetenzanforderungen, über die Schülerinnen und Schüler bis zum Abschluss des jeweiligen Bildungsganges verfügen sollen. Die Bildungsstandards haben dabei nicht nur unmittelbare Bedeutung für die Curricula und den Unterricht an Schulen. Sie bilden zugleich einen Referenzpunkt, um regelmäßig die Leistungsfähigkeit des deutschen Bildungssystems selbst überprüfen zu können.

Die vom IQB durchgeführten Studien – bis 2012 als IQB-Ländervergleiche und seit 2015 als IQB-Bildungstrends bezeichnet – untersuchen, inwieweit die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzerwartungen von den Schülerinnen und Schülern in den einzelnen Ländern tatsächlich erreicht werden. Die Studien des IQB richten sich damit stärker als internationale Schulleistungstudien wie IGLU, TIMSS und PISA am Unterricht in den Schulen aus.

Mit dem IQB-Bildungstrend 2018 werden zum zweiten Mal nach 2012 Ergebnisse dazu vorgelegt, welches Kompetenzniveau die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in den einzelnen Ländern erreichen.

Erstmalig können damit im Fach Mathematik sowie in den naturwissenschaftlichen Fächern in der Sekundarstufe I Trendbeobachtungen vorgenommen werden. Wir erhalten belastbare und differenzierte Aussagen darüber, inwieweit sich das Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I seit der ersten zentralen Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards für die genannten Fächer im IQB-Ländervergleich 2012 verändert hat. Ebenso erfahren wir, an welchen Stellen wir uns in den vergangenen sechs Jahren verbessern konnten und wo Handlungsbedarf besteht. Für jedes Land ergeben sich Orientierungspunkte für eine vertiefte Analyse und zur Weiterentwicklung der Bildungsqualität.

Besonders in den Blick genommen wird dabei auf der einen Seite die Frage, wie hoch der Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler ist, der in den jeweiligen Fächern die sogenannten Regelstandards oder sogar die Optimalstandards erreicht. Auf der anderen Seite werden auch empirisch abgesicherte Aussagen darüber getroffen, wie hoch der Anteil derer ist, die die gesetzten Mindeststandards in den einzelnen Fächern verfehlen.

Wie in früheren Bildungstrends wurden auch in diesem Durchgang ergänzende Analysen zu Aspekten vorgenommen, die für die Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung von Unterricht und Schule zentral sind. Neben den

Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler wurden deren Motivation, zentrale Merkmale der Unterrichtsqualität sowie Fragen zur Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte für die betrachteten Fächergruppen untersucht. Auch einige dieser Zusatzanalysen können in Beziehung gesetzt werden zu entsprechenden Ergebnissen aus dem IQB-Ländervergleich 2012. Somit erhalten wir auch hier Auskunft über Entwicklungen, veränderte Rahmenbedingungen und ggf. neue Herausforderungen.

Mit dem IQB-Bildungstrend 2018 wird der zweite Zyklus der Studien zur Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards abgeschlossen. Damit liegen nun für alle Fächer im Primarbereich und in der Sekundarstufe I, zu denen bundesweit geltende Bildungsstandards vereinbart wurden, Ergebnisse im Zeitvergleich vor. Im Jahr 2020 wird mit der Überprüfung der Bildungsstandards für den Primarbereich der dritte Zyklus der IQB-Bildungstrends gestartet. Es folgt dann im Jahr 2021 wieder ein Bildungstrend für die sprachlichen Fächer in der Sekundarstufe I, bevor im Jahr 2024 erneut die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer in der Sekundarstufe I überprüft werden. Damit setzt die Kultusministerkonferenz ihre Gesamtstrategie zum Bildungsmonitoring konsequent um.

Im Namen der Kultusministerkonferenz bedanke ich mich bei der Leitung und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des IQB, die den vorliegenden Bildungstrend in wissenschaftlicher Unabhängigkeit und hoher Qualität erstellt haben. Ihre Arbeit trägt entscheidend dazu bei, dass die Diskussion über die Qualität der Schulbildung in Deutschland datengestützt und somit sachlich geführt und kontinuierlich fortgesetzt werden kann. Mein Dank gilt nicht zuletzt den teilnehmenden Schulleitungen, Lehrkräften und vor allem den Schülerinnen und Schülern, deren engagierte Teilnahme den Bildungstrend erst möglich gemacht hat.

Berlin, im Oktober 2019

Staatsminister Prof. Dr. R. Alexander Lorz
Präsident der Ständigen Konferenz der
Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland

Kapitel 1

Konzeptuelle Grundlagen des IQB-Bildungstrends 2018

1.1 Die IQB-Bildungstrends als zentrales Element des Bildungsmonitorings in Deutschland¹

Petra Stanat, Stefan Schipolowski und Hans Anand Pant

Die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Kultusministerkonferenz, KMK) leitete zu Beginn des neuen Jahrtausends einen weitreichenden Reformprozess in der deutschen Bildungspolitik ein, mit dem die bis dahin dominierende *Input*- und *Prozessorientierung* durch verschiedene Elemente einer *Output*-Steuerung ergänzt wurde (vgl. ausführlicher z.B. Böhme, Richter, Stanat, Pant & Köller, 2012; Grünkorn, Klieme & Stanat, 2019; Klieme & Tippelt, 2008; Köller, 2010). Die Entwicklung und Sicherung der Bildungsqualität stützt sich seitdem stärker auf Erkenntnisse über die Bildungserträge der Schülerinnen und Schüler, der Schulen und des gesamten schulischen Bildungssystems.

Eine zentrale Grundlage für die Umsetzung dieses Paradigmenwechsels bilden in Deutschland die Bildungsstandards der KMK, die fächerspezifisch festlegen, welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler bis zu einem bestimmten Zeitpunkt in ihrer Schullaufbahn entwickelt haben sollen. Unter einer Kompetenz wird dabei die Fähigkeit verstanden, Wissen und Können in den jeweiligen Fächern zur Lösung von Problemen anzuwenden (vgl. Kapitel 2.1). Als normativ gesetzte Kompetenzerwartungen sind die Bildungsstandards das Resultat eines intensiven Diskussions- und Beratungsprozesses, an dem Vertreterinnen und Vertreter der Bildungspolitik und Bildungsadministration, der Fachdidaktiken und anderer Bildungswissenschaften sowie der Schulpraxis beteiligt waren. Die verbindliche Einführung der Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss und den Hauptschulabschluss sowie der Bildungsstandards in den Fächern Biologie, Chemie und Physik für den Mittleren Schulabschluss, deren Erreichen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im IQB-Bildungstrend 2018 untersucht wird, erfolgte in allen Ländern in der Bundesrepublik Deutschland zum Schuljahresbeginn 2004/2005 (Mathematik) beziehungsweise 2005/2006 (Naturwissenschaften).

1 Die konzeptuellen Grundlagen der Untersuchungen des IQB zur Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards wurden bereits in den Berichten zu den IQB-Ländervergleichsstudien 2009, 2011 und 2012 umfassend dargestellt (Köller, Knigge & Tesch, 2010; Pant et al., 2013; Stanat, Pant, Böhme & Richter, 2012). Im Folgenden werden sie daher nicht noch einmal ausführlich beschrieben, sondern nur grob skizziert. Ferner wird auf relevante Weiterentwicklungen der konzeptuellen Grundlagen und der Berichterlegung im zweiten Zyklus der Studien zum Erreichen der Bildungsstandards eingegangen.

Die Bildungsstandards der KMK beziehen sich auf Bildungsabschlüsse beziehungsweise Bildungsabschnitte und legen fest, welche Anforderungen Schülerinnen und Schüler zu bewältigen in der Lage sein sollen, wenn sie die jeweilige Bildungsetappe abgeschlossen haben. Abweichend von den Empfehlungen der sogenannten Klieme-Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards (Klieme et al., 2003) hat die KMK keine Mindeststandards, sondern Regelstandards formuliert. Die länderübergreifenden Vorgaben beschreiben also Kompetenzerwartungen, die Schülerinnen und Schüler am Ende der jeweiligen Bildungsetappe „in der Regel“ oder „im Durchschnitt“ erfüllen sollten (Klieme et al., 2003, S. 138). Mit Verabschiedung der Kompetenzstufenmodelle, die vom Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) auf der Grundlage der Bildungsstandards entwickelt wurden (vgl. Kapitel 2), hat die KMK jedoch später auch Mindestanforderungen festgelegt, die alle Schülerinnen und Schüler bis zum Abschluss der jeweiligen Bildungsetappe erreichen sollen.

Die Bildungsstandards spielen eine zentrale Rolle in der Gesamtstrategie der KMK zum Bildungsmonitoring, die den gemeinsamen Rahmen der Länder für eine an den Ergebnissen von Bildungsprozessen orientierte Steuerung des Bildungswesens bildet. Die zuerst im Jahr 2006 verabschiedete Gesamtstrategie (KMK, 2006) bündelte die verschiedenen Maßnahmen der datenbasierten Qualitätssicherung, die als Folge des sogenannten Konstanzer Beschlusses der KMK von 1997 (KMK, 1997) durch die Länder gemeinsam umgesetzt wurden, in vier Säulen:

1. Teilnahme Deutschlands an internationalen Schulleistungsuntersuchungen in der Primarstufe und Sekundarstufe I,
2. zentrale Überprüfungen des Erreichens der Bildungsstandards im Ländervergleich,
3. Durchführung von Vergleichsarbeiten in Anbindung oder Ankoppelung an die Bildungsstandards zur landesweiten oder länderübergreifenden Überprüfung der Leistungsfähigkeit aller Schulen sowie
4. gemeinsame Bildungsberichterstattung von Bund und Ländern.

Nachdem über einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren Erfahrungen mit den verschiedenen Instrumenten des Bildungsmonitorings gesammelt werden konnten, wurde in den vergangenen Jahren der Erfolg der bis dahin umgesetzten Strategie überprüft. Dazu fand ein von der Kultusministerkonferenz getragener Diskussionsprozess statt, an dem auch Vertreterinnen und Vertreter der Bildungswissenschaften, Schülerinnen und Schüler, Eltern, Verbände, Gewerkschaften und Medien beteiligt waren. Als Resultat dieses Prozesses sah sich die KMK darin bestätigt, „dass die 2006 formulierten Ziele der Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring nach wie vor von hoher Relevanz sind“ (KMK, 2016, S. 5). Die Änderungen, die als Konsequenz dieses Diskussionsprozesses im Rahmen der Überarbeitung der Gesamtstrategie vorgenommen wurden, zielen daher vor allem auf eine Optimierung und Ergänzung des als grundsätzlich erfolgreich angesehenen Weges ab. In der überarbeiteten Gesamtstrategie der KMK zum Bildungsmonitoring, die im Juni 2015 verabschiedet wurde, werden

- die Umsetzung von Bildungsstandards (Implementation) stärker betont,
- die Vergleichsarbeiten (VERA) als Teil eines Bündels von Maßnahmen zur Qualitätssicherung auf Ebene der Schulen verortet,

- die im Jahr 2012 beschlossenen Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife und die Einrichtung eines gemeinsamen Abituraufgabenpools der Länder berücksichtigt und
- der Bedarf nach mehr anwendungsbezogenem Wissen für Bildungspolitik und pädagogische Praxis hervorgehoben, indem unter anderem Themenfelder für Forschungsfragen benannt werden, die von zentraler bildungspolitischer Bedeutung sind und sich auf praktische Schlüsselfragen der Schul- und Unterrichtsentwicklung beziehen.

Unter Einbeziehung dieser Modifikationen werden die vier Säulen der Gesamtstrategie in der Überarbeitung von 2015 wie folgt fortgeschrieben:

1. Teilnahme an internationalen Schulleistungsstudien (PIRLS/IGLU², TIMSS³-Grundschule, PISA⁴),
2. Überprüfung und Umsetzung von Bildungsstandards für die Primarstufe, die Sekundarstufe I und die Allgemeine Hochschulreife,
3. Verfahren zur Qualitätssicherung auf Ebene der Schulen sowie
4. gemeinsame Bildungsberichterstattung von Bund und Ländern.

Die erste Säule der Gesamtstrategie zielt darauf ab, die Leistungsfähigkeit des deutschen Bildungssystems im internationalen Vergleich festzustellen. Die Ergebnisse beziehen sich auf die in den internationalen Schulleistungsstudien getesteten Kompetenzbereiche und lassen Aussagen darüber zu, welche Leistungen die Schülerinnen und Schüler in Deutschland im Vergleich zu Schülerinnen und Schülern in anderen Staaten erzielen.

Bei der zweiten Säule geht es um die Frage, inwieweit innerhalb Deutschlands auf Ebene der Länder die mit den Bildungsstandards der KMK kriterial vorgegebenen Ziele für die Kompetenzentwicklung von Schülerinnen und Schülern in zentralen Bereichen erreicht werden. Dabei wird ein breiteres Spektrum an Fächern und Kompetenzbereichen untersucht als in den internationalen Schulleistungsstudien. So werden zum Beispiel in den internationalen Studien naturwissenschaftliche Kompetenzen fächerübergreifend unter der Bezeichnung „*Science*“ beziehungsweise „*Scientific Literacy*“ erfasst, während in den Studien auf Basis der Bildungsstandards in Deutschland die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler für die Fächer Biologie, Chemie und Physik separat ausgewiesen werden.

Mit der Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards ist das Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen betraut, das von der KMK im Jahr 2004 als An-Institut der Humboldt-Universität zu Berlin gegründet wurde. Unter Federführung des IQB und in enger Zusammenarbeit mit Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern entwickeln Lehrkräfte Testaufgaben, mit denen in den Bildungsstandards definierte Kompetenzen in zentralen Bereichen erfasst werden können. Weiterhin erarbeitet das IQB fachdidaktisch und lernpsychologisch fundierte Kompetenzstufenmodelle, die zur inhaltlichen Interpretation von Testwerten dienen. Anhand dieser Modelle lässt sich inhaltlich beschreiben, welche Anforderungen Schülerinnen und Schüler, die ein bestimmtes Testergebnis erzielt haben, bewältigen können.

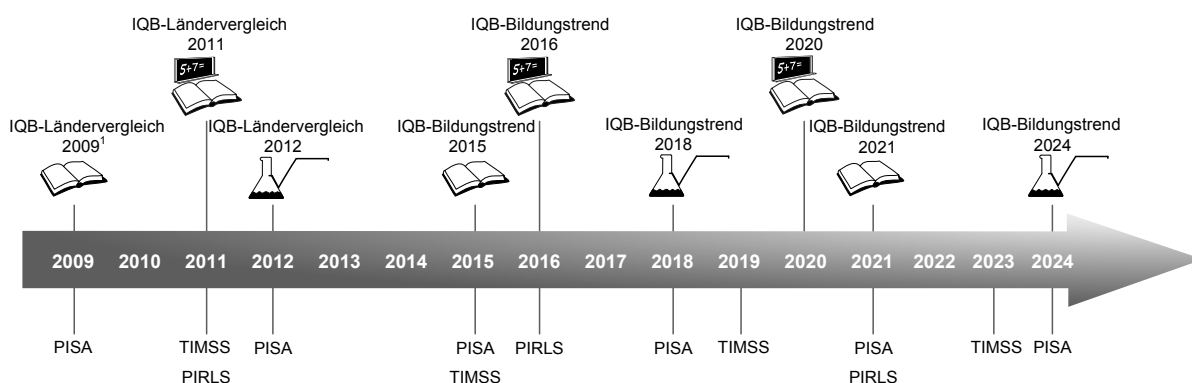
2 Das Akronym PIRLS steht für *Progress in International Reading Literacy Study*; im deutschen Sprachraum wird diese Studie als *Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung* (IGLU) bezeichnet.

3 Das Akronym TIMSS steht für *Trends in International Mathematics and Science Study*.

4 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.

Die Kompetenzstufenmodelle des IQB sind so konstruiert, dass sie ein breites Leistungsspektrum in wenige Stufen unterteilen, die sich sinnvoll abgrenzen lassen. Neben der Stufe für den von der KMK definierten Regelstandard werden in jedem Modell weitere Stufen ausgewiesen, die sowohl unter als auch über dem jeweiligen Regelstandard liegende Leistungen beschreiben. Die für den IQB-Bildungstrend 2018 relevanten Kompetenzstufenmodelle für die Fächer Mathematik, Biologie, Chemie und Physik werden in Kapitel 2 dieses Berichts beschrieben. Ausführungen zu den untersuchten Kompetenzen und deren Operationalisierung finden sich außerdem in den folgenden Kapiteln 1.2 und 1.3.

Abbildung 1.1: Zeitpunkte der Datenerhebungen der IQB-Ländervergleichsstudien bzw. IQB-Bildungstrends sowie der internationalen Schulleistungsstudien von 2009 bis 2024



IQB-Ländervergleichsstudien (bis zum Jahr 2012) bzw. IQB-Bildungstrends (ab dem Jahr 2015) auf Basis der Bildungsstandards in den folgenden Fächern und Schulstufen:



Deutsch, Englisch und Französisch in der Sekundarstufe I



Deutsch und Mathematik in der Primarstufe



Mathematik und Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I

Anmerkung.¹ Die Datenerhebung für das Fach Französisch fand bereits im Jahr 2008 statt.

Das IQB führt die Studien zur Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards im Auftrag der Kultusministerkonferenz in regelmäßigen Abständen durch. Die Erhebungen, die in zeitlicher Anknüpfung an die internationalen Schulleistungsstudien erfolgen, finden in der Primarstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik in der Regel alle fünf Jahre, in der Sekundarstufe I alternierend in den Fächergruppen Deutsch, Englisch und Französisch einerseits sowie Mathematik, Biologie, Chemie und Physik andererseits alle drei Jahre statt (vgl. Abb. 1.1). Abweichend von diesem Turnus ist die Durchführung der dritten Studie im Primarbereich bereits für das Jahr 2020 vorgesehen, um zeitgleiche Erhebungen zu zwei Bildungstrendstudien im Jahr 2021 zu vermeiden.

Mit den Ländervergleichsstudien, die das IQB in den Jahren 2009 (Sekundarstufe I: Deutsch, Englisch, Französisch), 2011 (Primarstufe: Deutsch, Mathematik) und 2012 (Sekundarstufe I: Mathematik, Biologie, Chemie, Physik) durchgeführt hat, konnte der erste Zyklus der Überprüfungen des Erreichens der Bildungsstandards abgeschlossen werden. Der zweite Zyklus der Studien, die nunmehr als „IQB-Bildungstrends“ bezeichnet werden, begann mit der im Jahr 2015 durchgeführten Untersuchung zu den sprachlichen Fächern in der Sekundarstufe I, wurde mit der im Jahr 2016 durchgeführten Untersuchung im

Primarbereich fortgesetzt und findet mit der zweiten Studie zu mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I, über die der vorliegende Band berichtet, seinen Abschluss.

Die im IQB-Ländervergleich 2012 untersuchten Kompetenzen wurden im Jahr 2018 erneut erfasst. Mit der wiederholten Messung erweitert sich das Spektrum der Analysen erstmalig auch für die Fächer Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in der Sekundarstufe I auf alle drei Vergleichsperspektiven, die bei der Bewertung von Ergebnissen eines Bildungsmonitorings herangezogen werden können (vgl. auch Stanat, Pant, Richter, Pöhlmann & Kuhl, 2013), wodurch der Informationsgehalt der Ergebnisse erheblich steigt:

1. Beim *sozialen Vergleich* werden die Ergebnisse der jeweiligen Untersuchungseinheiten miteinander verglichen, in den Studien des IQB also die Ergebnisse der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. Bei dieser Vergleichsperspektive steht die Frage im Vordergrund, ob die Schülerinnen und Schüler in einem Land bessere oder schwächere Leistungen in den Kompetenztests erzielt haben als die Schülerinnen und Schüler in einem anderen Land oder in Deutschland insgesamt.
2. Beim *kriterialen Vergleich* bezieht sich die Bewertung der Ergebnisse auf vorab definierte Kriterien oder Zielvorgaben. In den Studien des IQB sind dies die Bildungsstandards der KMK und die darauf basierenden Kompetenzstufenmodelle, die zusätzlich zum Regelstandard einen Mindeststandard, einen Regelstandard plus und einen Optimalstandard definieren (vgl. Kapitel 2). Bei dieser Art von Vergleich steht beispielsweise die Frage im Mittelpunkt, welcher Anteil der Schülerinnen und Schüler in einem Land mindestens den Regelstandard im jeweiligen Kompetenzbereich erreicht hat.
3. Beim *ipsativen Vergleich* schließlich werden *Trends* als Veränderungen in den Ergebnissen über die Zeit beschrieben. In den IQB-Bildungstrends geht es dabei insbesondere um die Frage, inwieweit sich das von den Schülerinnen und Schülern erreichte Kompetenzniveau in einem Land über die Zeit verändert hat. Dabei handelt es sich in den Studien des IQB nicht um individuelle Längsschnittanalysen, bei denen dieselben Schülerinnen und Schüler mehrfach getestet werden, sondern um Kohortenvergleiche. So hat das IQB sowohl im Jahr 2012 als auch im Jahr 2018 eine repräsentative Stichprobe von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe untersucht, sodass in der aktuellen Studie Aussagen darüber getroffen werden können, ob es in den einzelnen Ländern über einen Zeitraum von sechs Jahren noch besser gelungen ist, die erfassten mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen zu fördern.

Die Erfahrungen der bisherigen Veröffentlichungen zeigen, dass der Fokus der medialen Berichterstattung über Schulleistungstudien häufig auf den sozialen Vergleichen liegt, die in Form von Rangfolgen (*Rankings*) der Länder anhand der Kompetenzmittelwerte ihrer Schülerinnen und Schüler dargestellt werden. Aus Sicht des Bildungsmonitorings ist diese Art des Vergleichs jedoch die inhaltlich am wenigsten aufschlussreiche unter den drei genannten Vergleichsperspektiven und nicht selten auch problematisch. So werden häufig Unterschiede in Rangplätzen interpretiert, die statistisch nicht signifikant oder aufgrund ihrer geringen Größe praktisch nicht bedeutsam sind. Zudem werden bei einer ausschließlich sozialen Vergleichsperspektive Veränderungen nur dann sichtbar, wenn ein Land seinen Rangplatz gegenüber anderen Ländern verändert, andere Länder also gewissermaßen überholt hat oder überholt worden ist. Eine

solche „Wettlaufperspektive“ ist für ein ländergemeinsames Bildungsmonitoring aber wenig aussagekräftig. Hier sollte es primär um die Zielsetzung gehen, das von den Schülerinnen und Schülern erreichte Kompetenzniveau insgesamt zu steigern und die Länderunterschiede auf hohem Niveau zu reduzieren.

Deutlich aufschlussreicher sind dagegen die kriterialen Vergleiche und die Trendaussagen, die daher auch im Fokus des vorliegenden Berichts stehen. So wird in Kapitel 5 dargestellt, wie sich die Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Jahr 2018 in den einzelnen Ländern auf die Kompetenzstufen verteilen. Dabei steht im Sinne des kriterialen Vergleichs die Frage im Vordergrund, welcher Anteil der Schülerinnen und Schüler mindestens die Regelstandards erreicht und welcher Anteil die Mindeststandards verfehlt hat. Anschließend wird die kriteriale Vergleichsperspektive mit der Trendanalyse verknüpft und geprüft, inwieweit sich die Verteilungen der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen in den einzelnen Ländern über die Zeit verändert haben. Dabei steht insbesondere im Blickpunkt, ob der Anteil der Kinder, deren Kompetenzen den Anforderungen der Mindeststandards nicht entsprechen, reduziert und der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die mindestens die Regelstandards erreichen, erhöht werden konnte. Insbesondere für den Gymnasialbereich wird zudem der Frage nachgegangen, inwieweit darüber hinaus die Optimalstandards erreicht werden. Mit diesen Analysen wird den besonderen Anforderungen Rechnung getragen, die mit der Schulart Gymnasium beziehungsweise der Allgemeinen Hochschulreife als angestrebtem Abschluss verbunden sind.

In Kapitel 6 wird zunächst unter der sozialen Vergleichsperspektive dargestellt, welches Kompetenzniveau die Schülerinnen und Schüler in den Ländern im Jahr 2018 im Durchschnitt aufweisen und wie groß die Streuung der erreichten Kompetenzen jeweils ausfällt. Anschließend wird auch hier der Fokus auf den Trend gerichtet, und der Frage nachgegangen, inwieweit im Vergleich zum Jahr 2012 Veränderungen in den Mittelwerten und Streuungen zu verzeichnen sind.

Diese drei Vergleichsperspektiven kommen so weit wie möglich auch in den Analysen zu geschlechtsbezogenen, sozialen und zugewanderungsbezogenen Disparitäten im Bildungserfolg zur Anwendung (Kapitel 7–9), die ebenfalls einen wichtigen Bestandteil des nationalen Monitorings bilden. Dabei geht es um die Frage, inwieweit es in den Ländern gelingt, die mit diesen Hintergrundmerkmalen der Schülerinnen und Schüler verbundenen Unterschiede in den erreichten Kompetenzen zu verringern. Auch wenn nicht zu erwarten ist, dass Bildungssysteme ungünstige Eingangsvoraussetzungen vollständig kompensieren können, gilt es als wichtiges bildungspolitisches Ziel, die mit dem Geschlecht, der sozialen Herkunft und dem Zuwanderungshintergrund verbundenen Disparitäten so weit wie möglich zu reduzieren.

Ergänzt werden die in den Kapitel 5 bis 9 dargestellten Informationen zu den erreichten Kompetenzen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler um mehrere Zusatzanalysen. Da neben kognitiven Kompetenzen auch motivationale Aspekte durch den Unterricht in der Schule gefördert werden sollen, umfasst Kapitel 10 Auswertungen zu fachlichen Interessen und Fähigkeitsselbsteinschätzungen (akademischen Selbstkonzepten) der Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern. In zwei weiteren Zusatzkapiteln werden Ergebnisse von Analysen zu Aspekten der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik (Kapitel 11) und zu verschiedenen Hintergrundmerkmalen und Einschätzungen von Lehrkräften (Kapitel 12) dargestellt.

Mit den Ergebnissen des IQB-Bildungstrends 2018 erhalten die Länder Anhaltspunkte dafür, inwieweit die von ihnen umgesetzten Maßnahmen positive Entwicklungen ausgelöst haben und in welchen Bereichen weiterer Handlungsbedarf besteht. Bei der Einordnung dieser Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die in einem Bildungssystem erreichten Erträge von vielfältigen Faktoren abhängen, zu denen neben bildungspolitischen Entscheidungen auch verschiedene, je nach Land zum Teil unterschiedliche Rahmenbedingungen gehören, wie etwa die sozioökonomische Lage der Familien oder die Zusammensetzung der Schülerschaft. Veränderungen solcher Rahmenbedingungen können die Weiterentwicklung von Unterrichtsqualität befördern oder erschweren, sind aber durch bildungspolitische Maßnahmen allein nicht direkt zu beeinflussen. Bei sich ändernden Rahmenbedingungen kann es daher unter Umständen auch als Erfolg zu bewerten sein, wenn schulische Erträge stabil bleiben. In jedem Fall besteht eine wichtige bildungspolitische Aufgabe darin, auf sich ändernde Rahmenbedingungen rechtzeitig und adäquat zu reagieren.

Literatur

- Böhme, K., Richter, D., Stanat, P., Pant, H. A. & Köller, O. (2012). Die länderübergreifenden Bildungsstandards in Deutschland. In P. Stanat, H. A. Pant, K. Böhme & D. Richter (Hrsg.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (S. 11–18). Münster: Waxmann.
- Grünkorn, J., Klieme, E. & Stanat, P. (2019). Bildungsmonitoring und Qualitätssicherung. In O. Köller, M. Hasselhorn, F. W. Hesse, K. Maaz, J. Schrader, H. Solga, C. K. Spieß & K. Zimmer (Hrsg.), *Das Bildungswesen in Deutschland. Bestand und Potenziale* (S. 245–280). Bad Heilbrunn: UTB Klinkhardt.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – Expertise*. Berlin: BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung).
- Klieme, E. & Tippelt, R. (2008). Qualitätssicherung im Bildungswesen. In E. Klieme & R. Tippelt (Hrsg.), *Qualitätssicherung im Bildungswesen. Eine aktuelle Zwischenbilanz*. 53. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik (S. 7–13). Weinheim: Beltz.
- KMK (1997) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (1997). *Grundsätzliche Überlegungen zu Leistungsvergleichen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland – Konstanzer Beschluss. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.10.1997*. Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1997/1997_10_24-Konstanzer-Beschluss.pdf
- KMK (2006) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2006). *Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 02.06.2006*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/Beschluesse_Veroeffentlichungen/Bildungsmonitoring_Broschuere_Endf.pdf
- KMK (2016) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2016). *Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring. Beschluss der 350. Kultusministerkonferenz vom 11.06.2015*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_11-Gesamtstrategie-Bildungsmonitoring.pdf
- Köller, O. (2010). Bildungsstandards. In R. Tippelt & B. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (3. Auflage, S. 529–548). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Köller, O., Knigge, M. & Tesch, B. (Hrsg.). (2010). *Sprachliche Kompetenzen im Ländervergleich*. Münster: Waxmann.

- Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (Hrsg.). (2013). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann.
- Stanat, P., Pant, H. A., Böhme, K. & Richter, D. (Hrsg.). (2012). *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011*. Münster: Waxmann.
- Stanat, P., Pant, H. A., Richter, D., Pöhlmann, C. & Kuhl, P. (2013). Was kann das IQB leisten? In S. Lin-Klitzing, D. DiFuccia & G. Müller-Frerich (Hrsg.), *Zur Vermessung von Schule: Empirische Bildungsforschung und Schulpraxis* (S. 125–152). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

1.2 Beschreibung der untersuchten mathematischen Kompetenzen

Alexander Roppelt, Werner Blum, Claudia Pöhlmann, Nicole Mahler und Gilbert Greefrath

Dieser Abschnitt beschreibt die im IQB-Bildungstrend 2018 überprüften Kompetenzen im Fach Mathematik. Zunächst werden die Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK) für den Hauptschulabschluss (HSA) und für den Mittleren Schulabschluss (MSA) im Fach Mathematik und das ihnen zugrunde liegende Modell mathematischer Kompetenzen vorgestellt (Abschnitt 1.2.1). Um das Erreichen der Bildungsstandards messbar zu machen, muss dieses beschreibende Modell in ein psychometrisches Modell überführt werden. Entsprechende Überlegungen zur Struktur der mathematischen Kompetenzen werden in Abschnitt 1.2.2 näher ausgeführt. In Abschnitt 1.2.3 wird abschließend dargelegt, welche Testaufgaben im IQB-Bildungstrend 2018 eingesetzt wurden, um die in den Bildungsstandards beschriebenen mathematischen Kompetenzen zu erfassen.

1.2.1 Die Bildungsstandards der KMK im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss und für den Mittleren Schulabschluss

Die Bildungsstandards der KMK im Fach Mathematik definieren normativ, über welche mathematischen Kompetenzen Schülerinnen und Schüler in Deutschland verfügen sollen, wenn sie den HSA beziehungsweise den MSA erworben haben (KMK, 2004; 2005). Die bildungstheoretische Grundlage bildet dabei das allgemein akzeptierte Grundbildungskonzept von Winter (1995), wonach es der Mathematikunterricht ermöglichen soll, dass alle Schülerinnen und Schüler die folgenden drei Aspekte von Mathematik als Grunderfahrungen erleben:

- „1. Erscheinungen der Welt um uns [...] in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen,
2. mathematische Gegenstände und Sachverhalte [...] als eine deduktiv geordnete Welt eigener Art kennen zu lernen und zu begreifen,
3. in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinaus gehen, [...] zu erwerben.“ (Winter, 1995, S. 38)

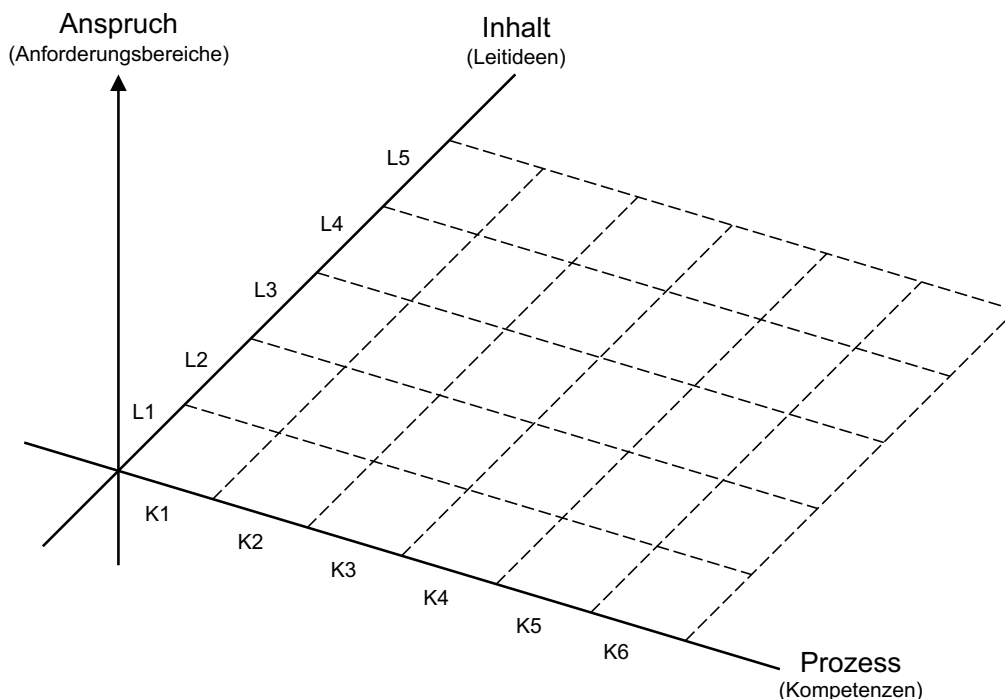
Die Bildungsstandards definieren nicht nur länderübergreifend gültige Lernziele, ihre Einführung erfolgte gleichzeitig mit der Zielsetzung, den Schulunterricht in Deutschland weiterzuentwickeln und stärker auf den Aufbau von Kompetenzen auszurichten. Der Mathematikunterricht soll dabei nicht isolierte, kontextgebundene Kenntnisse und Fertigkeiten vermitteln, die lediglich zum Lösen eines schulischen Kanons typischer Mathematikaufgaben ausreichen. Vielmehr soll „intelligentes Wissen“ entwickelt werden, also ein „wohlorganisiertes, diszipliniertes, interdisziplinär und lebenspraktisch vernetztes System von flexibel nutzbaren Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnissen und metakognitiven Kompetenzen“ (Weinert, 2000, zitiert nach Helmke, 2010, S. 43). Im Fach Mathematik bedeutet dies insbesondere, dass die Entwicklung von allgemeinen mathematischen Kompetenzen (s. u.) stärker als bisher in den Fokus rücken soll (vgl. Blum, Drüke-Noe, Hartung & Köller, 2006).

Kompetenzmodell der Bildungsstandards im Fach Mathematik

Die Bildungsstandards beschreiben „mathematische Kompetenz“ als einen Verbund von Kompetenzen, die sich hinsichtlich einer Prozess-, einer Inhalts- und einer Anspruchsdimension kategorisieren lassen (vgl. Abb. 1.2). Dabei werden der Prozessdimension sechs *allgemeine mathematische Kompetenzen* zugeordnet. Die Inhaltsdimension wird durch fünf *Leitideen* beziehungsweise (inhaltliche) *Kompetenzbereiche* beschrieben und die Anspruchsdimension unterscheidet drei sogenannte *Anforderungsbereiche*.

Als unmittelbares Vorbild für das Modell der Bildungsstandards der KMK im Fach Mathematik dienten zum einen die Standards des amerikanischen *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000) und zum anderen die im dänischen KOM-Projekt (Niss, 2003; Niss & Højgaard, 2011) entwickelte kompetenzbezogene Beschreibung mathematischer Aktivitäten, die auch den PISA-Studien zugrunde liegt (OECD, 2003). Allerdings wurde der Kompetenzbegriff der Bildungsstandards im Vergleich zur Konzeption der *Mathematical Literacy* bei PISA weiter gefasst. Während im Konstrukt der Mathematikkompetenz im Sinne der Bildungsstandards auch die Bearbeitung innermathematischer Problemstellungen breit verankert ist, fokussierte *Mathematical Literacy* zur Zeit der Entwicklung der Bildungsstandards der KMK stärker auf den funktionalen Charakter von Mathematik zur Beschreibung, Erklärung und Bewältigung von realitätsbezogenen Problemsituationen (vgl. auch Neubrand et al., 2001). Die Konzeption der *Mathematical Literacy* wurde im Rahmen von PISA 2012 etwas erweitert und beschreibt seitdem expliziter die Anwendung und Interpretation mathematischer Prozeduren und Ergebnisse sowie das Verstehen mathematischer Denk- und Arbeitsweisen (Sälzer, Reiss, Prenzel, Schiepe-Tiska & Heinze, 2013).

Abbildung 1.2: Kompetenzmodell der Bildungsstandards im Fach Mathematik in der Sekundarstufe I



Anmerkungen. L1=Zahl, L2=Messen, L3=Raum und Form, L4=Funktionaler Zusammenhang, L5=Daten und Zufall, K1=Mathematisch Argumentieren, K2=Probleme mathematisch Lösen, K3=Mathematisch Modellieren, K4=Mathematische Darstellungen Verwenden, K5=Formal-technisches Arbeiten, K6=Mathematisch Kommunizieren.

Die Dimensionen des den Bildungsstandards zugrunde gelegten Kompetenzmodells spannen einen dreidimensionalen Raum auf, in dem sich jede Mathematikaufgabe verorten lässt (vgl. Abb. 1.2). Das Lösen einer Mathematikaufgabe erfordert die Kenntnis mathematischer Inhalte, die Leitideen zuzuordnen sind. Es sind hierbei mathematische Tätigkeiten (Prozesse) durchzuführen, wie sie durch die allgemeinen Kompetenzen beschrieben werden. Diese Aktivitäten sind jeweils auf einem bestimmten kognitiven Anspruchsniveau gefordert, das anhand des Anforderungsbereichs klassifiziert wird. Es ist demnach nicht möglich, dass eine Aufgabe nur inhaltliche oder nur allgemeine Kompetenzen erfordert. Welche allgemeinen und welche inhaltlichen Kompetenzen auf welchem Niveau beim Lösen einer bestimmten Mathematikaufgabe beansprucht werden, ist dabei im Allgemeinen nicht vollständig durch die Aufgabe allein bestimmt. So können unterschiedliche Personen unterschiedliche Lösungswege wählen, die unter Umständen auch unterschiedliche Kompetenzen erfordern. Allerdings ist es in den meisten Fällen möglich, Kompetenzen zu identifizieren, die beim Lösen einer bestimmten Mathematikaufgabe von einer Schülerpopulation üblicherweise eingesetzt werden. Dabei geht man von einem typischen Lösungsweg und den dafür erforderlichen Kompetenzen aus. Alternative Lösungswege, die von Schülerinnen und Schülern gewählt werden könnten und ebenfalls zu einer korrekten Lösung führen, die dabei aber weitere oder andere Kompetenzen erfordern, werden bei der Klassifizierung nicht berücksichtigt.

Der dreidimensionale Aufbau dieses Kompetenzmodells deckt sich mit der Struktur, die auch den Bildungsstandards für den Primarbereich und den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife zugrunde liegt. Auch die Facetten der einzelnen Dimensionen werden für alle Bildungsstandards der KMK im Fach Mathematik in ähnlicher Weise beschrieben.

Allgemeine mathematische Kompetenzen (Prozesse)

Die sechs allgemeinen mathematischen Kompetenzen entsprechen kognitiven Prozessen, die das mathematische Arbeiten in allen Inhaltsbereichen charakterisieren. Die allgemeinen Kompetenzen können jedoch nur durch Arbeit mit mathematischen Inhalten (siehe Abschnitt „Inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen“) erworben werden. Sie erlangen eine eigenständige Bedeutung, wenn sie generalisiert werden, wenn sie also nicht mehr eng mit einzelnen, konkreten („gelernten“) Inhalten verbunden sind, sondern auch auf neue Inhalte angewendet werden können. Eine solche Generalisierung wird nur möglich, wenn die prozessbezogenen Kompetenzen mit Bezug auf ein breites Spektrum von Inhalten – einschließlich authentischer Anwendungen – erworben und genutzt werden.

Obwohl jede der in den Bildungsstandards beschriebenen allgemeinen Kompetenzen ihren eigenständigen Kern hat, lassen sie sich nicht trennscharf voneinander abgrenzen – die Übergänge sind fließend. Beispielsweise ist das Darlegen mathematischer Begründungen zwar einerseits zentraler Bestandteil der Kompetenz *Argumentieren*, es erfordert andererseits jedoch auch stets die Kompetenz *Kommunizieren*. Denn während das Finden einer geeigneten Argumentationskette den Wesenskern des *mathematischen Argumentierens* bildet, muss spätestens beim anschließenden Darlegen der Begründung in schriftlicher oder mündlicher Form der Adressat eine gewisse Berücksichtigung finden, was eine Eigenschaft des *Kommunizierens* ist.

Bei den meisten mathematischen Tätigkeiten werden mehrere allgemeine Kompetenzen zugleich angesprochen. Beispielsweise sind zur Bearbeitung einer typischen Modellierungsaufgabe neben symbolischen, formalen und technischen Tätigkeiten – die die meisten Aufgaben in irgendeiner Form verlangen – häufig auch Problemlösekompetenzen erforderlich. Eine Zuordnung von Aufgaben zu nur einer einzigen allgemeinen Kompetenz ist deshalb höchstens bei sehr einfach strukturierten Aufgaben möglich. Derartige Aufgaben sind aus fachdidaktischer Sicht in den meisten Fällen nicht erstrebenswert.

Jede allgemeine mathematische Kompetenz hat eine „aktive“ (produktive) und eine „passive“ (rezeptive) Seite. Die aktive Seite beschreibt die eigene konstruktive Tätigkeit, während die passive Seite gefordert ist, wenn Produkte oder Gedankengänge einer anderen Person aufgegriffen, verstanden, verwendet oder bewertet werden. Die Kompetenz *mathematisch Kommunizieren* zeigt sich beispielsweise sowohl darin, dass man selbst Sachverhalte für andere darlegt, als auch darin, dass man gegebene Darlegungen angemessen rezipiert und verarbeitet.

Kompetenzen können auf unterschiedlichen kognitiven Anspruchsniveaus (den *Anforderungsbereichen*) gefordert sein. Die Bildungsstandards im Fach Mathematik unterscheiden dabei drei Ebenen des Anspruchs: *Reproduzieren*, *Zusammenhänge Herstellen* sowie *Verallgemeinern und Reflektieren*. Diese Anforderungsbereiche lehnen sich an etablierte Lernzieltaxonomien an (z.B. Anderson & Krathwohl, 2001) und stammen in der vorliegenden Form im Wesentlichen aus den sogenannten *Competency Clusters* im PISA-Modell (OECD, 2003). Sie sollen auf allgemeiner Ebene beschreiben, welche Qualität und Komplexität die kognitiven Prozesse aufweisen, die zum Lösen einer Aufgabe erforderlich sind. Die Anforderungsbereiche werden in den nächsten Abschnitten zu jeder der sechs allgemeinen mathematischen Kompetenzen ausführlicher beschrieben. Das solchermaßen klassifizierte theoretische Anspruchsniveau ist von der empirischen Schwierigkeit einer Aufgabe nicht unabhängig, jedoch gibt es keinen einfachen Zusammenhang zwischen den beiden Konzepten. So werden Aufgaben, die ein *Verallgemeinern* erfordern, in der Regel auch empirisch schwierig sein, jedoch können Aufgaben aus dem untersten Anforderungsbereich *Reproduzieren* ebenfalls eine hohe empirische Schwierigkeit aufweisen. Dies kann unterschiedliche Gründe haben, etwa wenn die jeweiligen reproduktiven Tätigkeiten im Unterricht noch nicht behandelt wurden oder besonders fehleranfällig sind.

Die Klassifikation einer Mathematikaufgabe nach dem Kompetenzmodell der Bildungsstandards kann nicht vollständig losgelöst von der Person betrachtet werden, die die Aufgabe bearbeitet. Dieser Umstand trifft in besonderer Weise auf das kognitive Anspruchsniveau einer Aufgabe zu. Denn was bei dem einen Jugendlichen aufgrund mangelnder Erfahrung die Entwicklung einer eigenen Lösungsstrategie durch Verallgemeinern erfordert, kann für einen anderen bereits zur Routinetätigkeit geworden sein. Bei der Einordnung einer Aufgabe in einen der Anforderungsbereiche abstrahiert man von interindividuell unterschiedlichen Vorerfahrungen und Vorgehensweisen und bezieht sich auf eine fiktive „typische“ Person, die diese Aufgabe bearbeitet. Auf diese Weise rückt die Aufgabe selbst in den Fokus, und die Anforderungsbereiche werden verwendet, um die Variabilität von Mathematikaufgaben hinsichtlich ihres kognitiven Anspruchs zu beschreiben. Dies kann etwa nützlich sein, wenn man eine Menge von Aufgaben betrachtet, die in einer bestimmten Unterrichtsphase oder zum Zweck einer Leistungsüberprüfung eingesetzt wird. Ihre Verteilung auf die

Anforderungsbereiche ergibt Hinweise darauf, inwieweit jeweils auch „höhere“ Lernziele wie das Reflektieren und Bewerten erfasst werden.

Im Folgenden werden die sechs allgemeinen mathematischen Kompetenzen charakterisiert. Grundlage sind die Beschreibungen in den Bildungsstandards für den HSA und für den MSA (KMK, 2004; 2005) sowie die präzisierenden Ausführungen von Leiß und Blum (2006).

Mathematisch Argumentieren (K1)

Zur Kompetenz *Mathematisch Argumentieren* zählt sowohl das eigene Entwickeln situationsadäquater mathematischer Argumentationen als auch das Verstehen oder Bewerten gegebener Argumentationen. Das Spektrum reicht dabei von einfachen Plausibilitätsargumenten über inhaltlich-anschauliche Begründungen bis hin zu formalen Beweisen. Typische Formulierungen, die auf die Kompetenz des Argumentierens hinweisen, sind beispielsweise „Begründe.“, „Widerlege.“ oder „Gilt das immer?“. Auf dem Niveau des Anforderungsbereichs I werden Routineargumentationen (bekannte Sätze, Verfahren, Herleitungen, usw.) wiedergegeben und angewandt, einfache rechnerische Begründungen gegeben oder es wird mit Alltagswissen argumentiert. Im Anforderungsbereich II liegen Aufgaben, in denen mehrere Argumentationsschritte nachvollzogen, erläutert oder entwickelt werden müssen. Im höchsten Anforderungsbereich III sind komplexe Argumentationen zu nutzen, zu erläutern oder selbst zu entwickeln sowie verschiedene Argumente nach solchen Kriterien wie Reichweite und Schlüssigkeit zu bewerten.

Probleme mathematisch Lösen (K2)

Die Kompetenz *Probleme mathematisch Lösen* ist erforderlich, wenn mathematische Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten genutzt werden, um Aufgaben zu bearbeiten, deren Lösungsweg für die Schülerin oder den Schüler nicht unmittelbar ersichtlich ist (vgl. Mayer & Hegarty, 1996). Die Kompetenz zeigt sich dann darin, dass geeignete Lösungswege und -strategien gefunden und angewendet werden. Das Spektrum reicht dabei von der Anwendung einfacher Lösungsverfahren bis zur Konstruktion komplexer und neuartiger Strategien. Heuristische Prinzipien wie zum Beispiel „Skizze anfertigen“, „systematisch probieren“ oder „vom Ergebnis her rückwärts arbeiten“ spielen hier eine wichtige Rolle (vgl. Bruder & Collet, 2011). In den einfachsten Fällen (Anforderungsbereich I) sind leicht überschaubare Aufgabenstellungen durch Identifikation und Auswahl einer naheliegenden Strategie (z.B. das Zeichnen einer einfachen Hilfslinie) zu lösen. Im Anforderungsbereich II ist ein mehrschrittiges strategiegestütztes Vorgehen erforderlich, um Lösungswege zu einer Problemstellung zu finden. Die höchsten Anforderungen an die Kompetenz *Probleme mathematisch Lösen* (Anforderungsbereich III) stellen Aufgaben, bei denen elaborierte Strategien zu konstruieren sind, um beispielsweise die Vollständigkeit einer Fallunterscheidung zu begründen oder eine Schlussfolgerung zu verallgemeinern. Auch das Reflektieren über verschiedene Lösungswege fällt in diesen Bereich.

Mathematisch Modellieren (K3)

Der anwendungsbezogene Aspekt von Mathematik findet seinen unmittelbaren Niederschlag in der Kompetenz *Mathematisch Modellieren*. Diese Kompetenz ist gefordert, wenn zwischen außermathematischen Realsituationen und der Sprache der Mathematik (Begriffen, Resultaten oder Methoden) übersetzt werden muss. Hierzu gehören sowohl das Konstruieren passender mathematischer Modelle als auch das Verstehen oder Bewerten gegebener Modelle. Typische Teilschritte des mathematischen *Modellierens* sind das Strukturieren und Vereinfachen gegebener Realsituationen, das Übersetzen realer Gegebenheiten in mathematische Inhalte, das Interpretieren mathematischer Ergebnisse bezogen auf Realsituationen und das Überprüfen solcher Ergebnisse im Hinblick auf Stimmigkeit und Angemessenheit. Im Anforderungsbereich I sind direkte Übersetzungsleistungen in vertrauten Kontexten zu erbringen. Dabei werden unmittelbar erkennbare Standardmodelle (z. B. „Dreisatz“) genutzt, um eine Realsituation direkt in eine innermathematische Aufgabe zu überführen oder mathematische Resultate direkt zu interpretieren. Die Modellierungen im Anforderungsbereich II zeichnen sich hingegen typischerweise durch Mehrschrittigkeit aus, wobei die Situation durch wenige und klar formulierte Bedingungen noch gut überschaubar ist. Auch das Interpretieren der Ergebnisse solcher Modellierungen, das Zuordnen eines mathematischen Modells zu passenden Realsituationen und das Anpassen eines Modells an veränderte Umstände sind auf diesem Anspruchsniveau zu verorten. Der Anforderungsbereich III schließlich beschreibt das Überprüfen, Bewerten und Vergleichen von Modellen sowie das *Modellieren* einer komplexen, wenig vorstrukturierten Situation, bei der die Annahmen, Variablen, Beziehungen und Eigenschaften zunächst definiert werden müssen.

Mathematische Darstellungen Verwenden (K4)

Eine besondere Herausforderung der Mathematik ist, dass sie zwar von den Phänomenen der realen Welt inspiriert ist, mathematische Objekte wie Quadrate, Zahlen oder Funktionen jedoch Gedankenkonstrukte sind und als solche nicht direkt beobachtet werden können. Obgleich sie sich darstellen lassen, sind derartige Repräsentationen doch nicht identisch mit den Objekten selbst (Duval, 2006). Tatsächlich steht für dasselbe Objekt meist eine Reihe von teilweise sehr unterschiedlichen Darstellungen zur Verfügung. So kann eine Funktion beispielsweise durch einen Term, einen Graphen, eine Wertetabelle oder auch eine verbale Beschreibung repräsentiert werden. Der Umgang mit und der Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungen für dasselbe Objekt ist ein wichtiges Element mathematischen Arbeitens, das in den Bildungsstandards mit der Kompetenz *Mathematische Darstellungen Verwenden* beschrieben wird. Diese Kompetenz umfasst sowohl das Auswählen und Erzeugen mathematischer Darstellungen als auch das Umgehen mit gegebenen Darstellungen. Hierzu zählen Diagramme, Graphen und Tabellen ebenso wie Formeln.

Basale Kompetenzen im Bereich *Mathematische Darstellungen Verwenden* (Anforderungsbereich I) zeigen sich beim Anfertigen und Nutzen von Standarddarstellungen mathematischer Objekte und Situationen, etwa beim Erstellen einer Wertetabelle zu einem Term. Bei Aufgaben des Anforderungsbereichs II ist zwischen zwei Darstellungsformen zu wechseln oder es sind gegebene Darstellungen verständlich zu interpretieren oder zu verändern. Dem Anforderungsbereich III

entspricht, unvertraute Darstellungen zu verstehen und zu verwenden, eigene Darstellungsformen problemadäquat zu entwickeln oder verschiedene Formen der Darstellung zweckgerichtet zu beurteilen.

Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik Umgehen (K5)

Die Kompetenz *Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik Umgehen* (kurz: *formal-technisches Arbeiten*) beinhaltet in erster Linie das Ausführen von Operationen mit Zahlen, Größen, Variablen und Termen oder mit geometrischen Objekten. Das Spektrum reicht von einfachen und überschaubaren Routineverfahren bis zu komplexen Verfahren einschließlich deren reflektierender Bewertung. Diese Kompetenz beinhaltet auch Wissen für ein zielgerichtetes und effizientes Bearbeiten mathematischer Aufgabenstellungen mit digitalen Mathematikwerkzeugen.¹ Zudem kann man die Kenntnis mathematischer Fakten (wie etwa Rechenregeln für Zahlen oder Terme) zu dieser Kompetenz zählen. Ihr zentrales Element ist das Beherrschen entlastender Routinen, die das Erkennen von Zusammenhängen und Strukturen erleichtern und das Betreiben von Mathematik „werkzeughaft“ unterstützen können. Diese Kompetenz wird daher häufig in Verbindung mit anderen Kompetenzen benötigt, die eher den Schwerpunkt einer Aufgabe ausmachen.

Im Anforderungsbereich I zeigt sich die Kompetenz des *formal-technischen Arbeitens* beim Verwenden elementarer Lösungsverfahren, beim direkten Anwenden von Formeln und Symbolen oder bei direkter Nutzung einfacher mathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge (z.B. Formelsammlung, Taschenrechner, Geometriesoftware). Auf dem Niveau des Anforderungsbereichs II liegt die mehrschrittige Anwendung formal mathematischer Prozeduren, der Umgang mit Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen im Kontext sowie das gezielte Auswählen und Einsetzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge je nach Situation und Zweck. Im höchsten Anforderungsbereich III ist neben dem Bewerten von Lösungs- und Kontrollverfahren und dem Reflektieren der Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge auch das Durchführen komplexer Prozeduren angesiedelt.

Mathematisch Kommunizieren (K6)

Zur Kompetenz *Mathematisch Kommunizieren* gehören sowohl das Entnehmen mathematischer Informationen aus schriftlichen Texten, mündlichen Äußerungen oder sonstigen Quellen als auch das Darlegen von Überlegungen und Resultaten unter Verwendung einer angemessenen Fachsprache. Insofern ist diese Kompetenz typischerweise ganz am Anfang (Lesen, Zuhören) und ganz am Ende (Darlegen) von Problemlöseprozessen gefordert. Sprachliche Anforderungen spielen deshalb bei dieser Kompetenz eine besondere Rolle. Das Spektrum reicht von der direkten Informationsentnahme aus einfachen Texten beziehungsweise vom

¹ Digitale Werkzeuge und deren Nutzung spielen in der Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards aktuell noch keine Rolle. Sie werden erst berücksichtigt werden können, wenn die Erhebungen für die IQB-Bildungstrends auf technologiebasiertes Testen umgestellt werden.

Aufschreiben einfacher Lösungswege bis hin zum Sinn entnehmenden Erfassen komplexer Texte beziehungsweise zur strukturierten Präsentation anspruchsvoller Überlegungen.

So sind im Anforderungsbereich I einfache mathematische Sachverhalte darzulegen oder Informationen in kurzen mathemathikhaltigen Texten zu identifizieren und daraus auszuwählen, wobei die Anordnung der Informationen im Text weitgehend den Schritten der mathematischen Bearbeitung entspricht. Gilt dies nicht mehr – sind also die Informationen nicht entsprechend den Schritten der mathematischen Bearbeitung angeordnet –, so bewegt man sich im Anforderungsbereich II. Auf diesem Niveau liegen auch die mehrschrittige Darlegung von Lösungswegen, Überlegungen und Ergebnissen sowie das Interpretieren von (richtigen, aber auch von fehlerhaften) Äußerungen anderer Personen. Im höchsten Anforderungsbereich III schließlich sind als „passive“ Seite des *Kommunizierens* Äußerungen von anderen zu vergleichen, zu bewerten und gegebenenfalls zu korrigieren sowie komplexe mathematische Texte Sinn entnehmend zu erfassen. Die „aktive“ Seite des *Kommunizierens* zeigt sich im Entwickeln kohärenter und vollständiger Präsentationen komplexer Lösungs- oder Argumentationsprozesse.

Inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen (Leitideen)

In den Bildungsstandards im Fach Mathematik für den HSA und für den MSA werden fünf Leitideen oder auch (inhaltsbezogene) Kompetenzbereiche unterschieden, welche die zu erwerbenden mathematischen Inhalte beschreiben. Die Leitideen sollen die Phänomene erfassen und strukturieren, die man in der Welt erkennen kann, wenn man sie aus der Perspektive der Mathematik betrachtet (Freudenthal, 1983). Man erkennt dort beispielsweise ganze oder gebrochene Zahlen (Leitidee *Zahl*), gewisse Größen (Leitidee *Messen*), ebene und räumliche Figuren und deren Transformationen (Leitidee *Raum und Form*), Beziehungen zwischen Zahlen oder Größen (Leitidee *funktionaler Zusammenhang*) sowie zufällige Phänomene oder statistische Daten (Leitidee *Daten und Zufall*). Diese „phänomenologisch“ orientierten Leitideen sind nicht identisch mit den klassischen, fachlich orientierten Stoffgebieten der Schulmathematik, es bestehen aber offensichtliche, enge Beziehungen zwischen Leitideen und Stoffgebieten (z. B. zwischen der Leitidee *funktionaler Zusammenhang* und der Schulalgebra). Innerhalb der Leitideen gibt es konkrete Inhalte (wie z. B. rationale Zahlen oder Prozentrechnen), die typischerweise zum mathematischen Schulcurriculum gehören. Die Gliederung der Inhalte nach Leitideen statt nach Stoffgebieten soll den vernetzten Charakter der Mathematik betonen und dazu beitragen, eine starre Unterteilung des Unterrichts in Stoffgebiete zu überwinden.

Die Leitideen sind relativ grobe Konzepte, deren Ränder unscharf sind. Es gibt einige Aspekte mathematischen Arbeitens, die generell Zugänge aus verschiedenen Leitideen umfassen und die sich folglich im Grenzbereich mehrerer Leitideen befinden. Beispielsweise ist es beim Berechnen von Inhalt oder Umfang einer geometrischen Figur häufig auch erforderlich, spezielle Eigenschaften (z. B. Symmetrie) einzubeziehen, sodass sich diese Tätigkeit sowohl der Leitidee *Messen* also auch der Leitidee *Raum und Form* zuordnen ließe. Dem vernetzten Charakter der Mathematik entsprechend erfordern darüber hinaus konkrete Aufgaben gelegentlich mehrere inhaltliche Kompetenzen zugleich, etwa wenn funktionale Beziehungen in einem geometrischen Kontext zu betrachten

sind. Wenn derartige Aspekte oder Aufgaben pragmatisch einer Leitidee zugeordnet werden (etwa beim Zusammenstellen von Testmaterialien), ist damit notwendigerweise eine gewisse Unschärfe verbunden. In der Praxis stellt dies jedoch kein schwerwiegendes Problem dar, da sich die meisten Mathematikaufgaben relativ klar einem einzigen, dominierenden inhaltlichen Kompetenzbereich zuordnen lassen. Im Folgenden werden die fünf Leitideen der Bildungsstandards für den HSA und für den MSA kurz dargestellt.

Leitidee *Zahl* (L1)

Mit der Leitidee *Zahl* werden alle Aspekte erfasst, die mit Quantifizierungen zu tun haben, also mit der Verwendung von Zahlen zur Beschreibung und Organisation von Situationen. Genauer gehören hierzu die verschiedenen Zahlenbereiche von den natürlichen bis hin zu den reellen Zahlen, verschiedene Zahldarstellungen (z.B. die Dezimalbruchschreibweise), die grundlegenden Beziehungen und Rechenoperationen in diesen Zahlenbereichen – auch im Kontext von außermathematischen Anwendungen – sowie speziell Abzählprinzipien zur Anzahlbestimmung in kombinatorischen Problemsituationen. Die damit verwandten mathematischen Stoffgebiete der Sekundarstufe I sind die Arithmetik und die Kombinatorik.

Leitidee *Messen* (L2)

Unter der Leitidee *Messen* wird das Umgehen mit Größen subsumiert, insbesondere mit Längen, Winkeln, Flächeninhalten und Volumina in geometrischen Kontexten, aber auch mit Alltagsgrößen wie Geldwerten, Zeitspannen oder Massen. Unter „Messen“ versteht man das Zurückführen von Größen auf Einheitsgrößen (wie cm, ml, m³ oder sec). Allgemeiner geht es hier darum, gesuchte Größen zu bestimmen, insbesondere auch rechnerisch (z.B. bei Längen durch Ausnutzen von Ähnlichkeitsverhältnissen). Die damit verwandten mathematischen Stoffgebiete der Sekundarstufe I sind die rechnende und messende Geometrie sowie die Größenlehre (traditionell „Sachrechnen“ genannt).

Leitidee *Raum und Form* (L3)

Zur Leitidee *Raum und Form* gehören alle Arten ebener und räumlicher Konfigurationen, Gestalten oder Muster, insbesondere vieleckige und kreisförmige Figuren in der Ebene und vielflächige, zylinder-, kegel- und kugelförmige Körper im Raum sowie geometrische Transformationen solcher Objekte. Es geht hier nicht um Größenbestimmungen für diese Objekte (das wird durch die Leitidee *Messen* abgedeckt), sondern um Eigenschaften und Beziehungen wie Symmetrie, Kongruenz oder Ähnlichkeit und um Konstruktionen mit geeigneten Hilfsmitteln (einschließlich dynamischer Geometriesoftware). Ebenso gehören mathematische Sätze dazu, die Beziehungen zwischen geometrischen Objekten herstellen, wie zum Beispiel der Satz des Thales oder der Satz des Pythagoras. Das dazugehörige mathematische Stoffgebiet der Sekundarstufe I ist die begriffliche, konstruierende und analysierende Geometrie.

Leitidee *Funktionaler Zusammenhang* (L4)

Die Leitidee *Funktionaler Zusammenhang* setzt die Leitidee *Muster und Strukturen* des Primarbereichs in den Sekundarbereich fort. Dabei beschränken sich die Bildungsstandards im Sekundarbereich auf funktionale Beziehungen, also auf einen Aspekt, der im Primarbereich lediglich als spezieller Teilbereich einer allgemeineren Idee aufgeführt ist. Das ganz allgemeine Erkennen von Mustern und Strukturen wird in den Bildungsstandards für den HSA und für den MSA nicht mehr explizit aufgeführt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass derlei Tätigkeiten im Sekundarbereich von geringerer Bedeutung wären; sie durchziehen als allgemeine mathematische Denkweise alle Kompetenzen (vgl. Blum et al., 2006, S. 34 f.).

Bei der Leitidee *Funktionaler Zusammenhang* geht es um alle Arten funktionaler (und allgemeiner: relationaler) Beziehungen zwischen mathematischen Objekten einschließlich deren Darstellungen und deren Eigenschaften, wobei die Objekte als Variablen aufgefasst werden. Im Einzelnen gehören hierzu Terme, Gleichungen und Funktionen von einfachen linearen über quadratische bis hin zu exponentiellen Zusammenhängen, alles auch im Kontext realer Anwendungen. Das mathematische Stoffgebiet der Sekundarstufe I, das diese Aspekte abdeckt, ist die Algebra

Leitidee *Daten und Zufall* (L5)

Zur Leitidee *Daten und Zufall* gehört der Umgang mit statistischen Daten ebenso wie der Umgang mit Situationen, bei denen Zufall und Wahrscheinlichkeit eine Rolle spielen, wobei beide Aspekte über die Durchführung, Auswertung und Interpretation von Zufallsexperimenten eng zusammenhängen. Einen wichtigen Bereich bilden dabei vollständige statistische Untersuchungen, die von einer geeigneten Problemstellung über die Planung und Durchführung einer passenden statistischen Erhebung sowie die Darstellung und Auswertung der erhobenen Daten bis hin zu Interpretationen und Schlussfolgerungen reichen. Das damit eng verwandte mathematische Stoffgebiet ist die Stochastik (Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung).

Zusammenhänge zwischen den Bildungsstandards der KMK für verschiedene Abschlüsse

Für das Fach Mathematik wurden Bildungsstandards für den Primarbereich, die Sekundarstufe I und die Sekundarstufe II entwickelt, denen ein weitgehend ähnliches dreidimensionales Kompetenzstrukturmodell zugrunde liegt. Dadurch soll die Anschlussfähigkeit der Bildungsstandards über die gesamte Schulzeit gewährleistet werden.

Beispielsweise umfasst die im Primarbereich beschriebene Leitidee *Muster und Strukturen* „das allgemeine Erkennen, Beschreiben und Darstellen von funktionalen Beziehungen“ (Roppelt & Reiss, 2017, S. 37). Diese Leitidee, die quer zu den klassischen mathematischen Stoffgebieten der Primarstufe liegt, kann als Vorläufer für die in den Bildungsstandards der Sekundarstufe I beschriebene Leitidee *Funktionaler Zusammenhang* gelten, wo eine inhaltliche Fokussierung auf funktionale Beziehungen zwischen mathematischen Objekten vorgenommen wird. In der in den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife beschriebenen Leitidee *Funktionaler Zusammenhang* wird der Funktionsbegriff wiederum durch vielfältige Beispiele erweitert, auch unter Nutzung infinitesimaler Methoden.

Auf ähnliche Weise stehen auch die weiteren Leitideen und allgemeinen Kompetenzen der verschiedenen Bildungsstandards miteinander in Beziehung. So sind beispielsweise die Bezeichnungen der allgemeinen mathematischen Kompetenzen und der Leitideen weitgehend identisch. Die Modelle des Primar- und des Sekundarbereichs sind in etwas unterschiedlichen fachdidaktischen Traditionen verwurzelt, weshalb in der Charakterisierung der allgemeinen und inhaltsbezogenen Kompetenzen der Modelle im Detail gewisse Abweichungen bestehen (vgl. Roppelt & Reiss, 2012).

1.2.2 Das vereinfachte Strukturmodell mathematischer Kompetenzen im IQB-Bildungstrend 2018

Für den IQB-Bildungstrend 2018 stellt das im Abschnitt 1.2.1 dargestellte Strukturmodell der Bildungsstandards den theoretisch-deskriptiven Ausgangspunkt dar. Es soll möglichst alle im Fach Mathematik relevanten Teilfähigkeiten integrieren. Daher ist das Modell fein differenziert und beschreibt allein mit den sechs allgemeinen und den fünf inhaltsbezogenen Kompetenzen 30 Facetten von Mathematikkompetenz, bei Hinzunahme der Anforderungsbereiche sind es sogar 90 unterschiedliche Facetten. Eine solch hohe Zahl an Teilkompetenzen lässt sich praktisch jedoch nicht in eigenständigen Skalen abbilden, weshalb für eine psychometrische Erfassung von Mathematikkompetenz einfachere und überschaubare Modelle erforderlich sind.

Eine weitere Herausforderung für die empirische Modellierung der Struktur von Mathematikkompetenz ergibt sich daraus, dass sich – wie bereits erwähnt – die verschiedenen allgemeinen und inhaltlichen Kompetenzen nicht vollständig trennscharf gegeneinander abgrenzen lassen. Sie weisen an einigen Stellen Überlappungen und fließende Übergänge auf, wie es oben für *Argumentieren* und *Kommunizieren* beziehungsweise für *Messen* und *Raum und Form* exemplarisch erörtert wurde. Solche Überlappungen sind für die Verzahnung der verschiedenen Teilkompetenzen in der Unterrichtsarbeit und für den Wissenstransfer sinnvoll und wünschenswert. Für eine psychometrische Messung, die eine trennschar-

fe, auf präzisen Definitionen basierende Operationalisierung der Kompetenzen erfordert, bringen sie jedoch Schwierigkeiten mit sich (Weirich, Haag & Roppelt, 2012, S. 285). Dieses Problem stellt sich in besonderer Weise für die allgemeinen mathematischen Kompetenzen, deren spezifische Messung besonders wünschenswert wäre, weil sie im Mathematikunterricht eine Schlüsselrolle einnehmen sollen. Da diese prozessbezogenen Kompetenzen aber meist in Kombinationen zum Einsatz kommen und dabei in komplexer Weise interagieren, ist eine separate Messung der einzelnen allgemeinen Kompetenzen praktisch nicht oder nur mit erheblichen Unschärfen möglich. Die inhaltlichen Kompetenzen weisen zwar ebenfalls gewisse Überlappungen auf, insgesamt lassen sie sich jedoch relativ gut voneinander abgrenzen, und in den meisten Fällen ist es möglich, Mathematikaufgaben eindeutig einer einzigen, dominierenden Leitidee zuzuordnen. Eine separate Messung der inhaltlichen Kompetenzen nach Leitideen ist deshalb grundsätzlich möglich.

Für große Schulleistungsstudien hat sich deshalb ein Vorgehen etabliert, bei dem komplexe Strukturmodelle wie jenes der Bildungsstandards leitend bei der Aufgabenentwicklung und zur Beschreibung der eingesetzten Aufgaben genutzt werden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Zieldomäne hinreichend differenziert und umfassend mit Testaufgaben abgebildet wird. Bei der anschließend empirischen Erfassung der Kompetenzen beschränkt man sich dann jedoch auf einfachere und dennoch aussagekräftige Modelle. Hierfür haben sich zwei Ansätze bewährt.² In vielen Fällen ist es zur Bestimmung interindividueller Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern ausreichend, Werte auf einer *Globalskala* heranzuziehen, die Kompetenzausprägungen im Fach Mathematik jeweils mit einem einzelnen Zahlenwert erfassen. Diese Globalskala ist für viele Fragestellungen hinreichend aussagekräftig, da die mathematischen Teilkompetenzen eng miteinander zusammenhängen. Der zweite Ansatz nutzt nach Inhaltsbereichen getrennte Skalen, also bei Messungen auf der Grundlage der Bildungsstandards wie im IQB-Bildungstrend 2018, je eine Skala für die fünf Leitideen. Auf diese Weise ist es möglich, differenziertere Aussagen als mit einer Globalskala zu treffen. Beide Ansätze haben sich empirisch bewährt (z. B. Klieme, 2000; Winkelmann & Robitzsch, 2009), und je nach spezifischer Fragestellung und Datenlage ist zu entscheiden, welcher der beiden angemessen ist.

Diesen Überlegungen folgend werden die Befunde zum Fach Mathematik im IQB-Bildungstrend 2018 anhand der Globalskala dargestellt. Zusätzlich sind die Ergebnisse der in den Kapiteln 5 und 6 dargestellten Analysen im Online-Supplement auch für die einzelnen Leitideen zu finden. Darüber hinaus werden ausgewählte Analysen zu Geschlechterdisparitäten (Kapitel 7) für die fünf inhaltlichen Kompetenzbereiche einzeln ausgewiesen.

2 In der psychometrischen Fachliteratur werden noch weitere, komplexer strukturierte Modelle diskutiert (z. B. Brunner, 2006; Jasper, 2009; Winkelmann & Robitzsch, 2009). Solche Modelle erweisen sich zwar durchaus als gut mit den jeweiligen Daten vereinbar, jedoch ist die inhaltliche Interpretation der modellierten Teilfähigkeiten schwierig. Für Systemmonitoringstudien wie den IQB-Bildungstrend 2018 sind diese Modelle deshalb weniger geeignet.

1.2.3 Die Operationalisierung mathematischer Kompetenzen im IQB-Bildungstrend 2018

Die von den Schülerinnen und Schülern in den Ländern erreichten mathematischen Kompetenzen wurden mit Aufgaben aus dem IQB-Aufgabenpool erfasst. Der überwiegende Teil dieser Aufgaben wurde bereits für den IQB-Ländervergleich 2012 in einem aufwändigen, iterativen Prozess entwickelt und erprobt (vgl. Roppelt, Blum & Pöhlmann, 2013). Für die Testdurchführung im Jahr 2018 erfolgte darüber hinaus die Entwicklung ergänzender Testaufgaben, die im Jahr 2017 in einer Pilotierungsstudie an allgemeinen Schulen und an Förderschulen erprobt wurden. Ein Teil dieser Aufgaben diente der Aktualisierung des Pools. Darüber hinaus wurden neue Aufgaben erstellt, um die Messgenauigkeit bei Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf zu verbessern. Eine Darstellung der Entwicklung und Erprobung dieser Aufgaben findet sich bei Mahler, Kölm und Werner (im Druck).

Insgesamt umfasst die im IQB-Bildungstrend 2018 eingesetzte Aufgabenauswahl sowohl sehr leichte Aufgaben, um Kompetenzen im unteren Leistungsbereich erfassen zu können, als auch Aufgaben, deren Anforderungen selbst am Ende der Sekundarstufe I sehr herausfordernd sind, um auch die Kompetenzen von leistungstarken Schülerinnen und Schülern differenziert zu bestimmen.

Die im Bildungstrend eingesetzten Mathematikaufgaben bestehen in den meisten Fällen jeweils aus einem kurzen einführenden Aufgabentext (Stimulus) und bis zu acht darauf bezogenen Teilaufgaben (Items). Der Stimulus kann durch ein Diagramm, eine Fotografie, eine Schemazeichnung oder Ähnliches ergänzt sein. Im IQB-Bildungstrend 2018 wurden 288 Aufgaben mit insgesamt 606 Items eingesetzt, von denen ein gutes Drittel ein geschlossenes Antwortformat sowie jeweils ein knappes Drittel ein halboffenes oder offenes Antwortformat aufwiesen. Geschlossene Items kamen in zwei Formen von Multiple-Choice-Aufgaben vor. Dabei ist entweder eine einzige richtige Antwort aus bis zu sechs Antwortalternativen anzukreuzen oder für mehrere vorgegebene Einzelaussagen ist jeweils zu entscheiden, ob diese richtig oder falsch sind. Halboffene und offene Items erfordern eine frei formulierte Antwort, die bei halboffenen Items aus sehr wenigen Wörtern oder Zahlenwerten besteht; bei offenen Items besteht die Antwort hingegen meist aus der Beschreibung oder Begründung einer Lösung beziehungsweise der Darlegung eines Rechenweges und kann mehrere Sätze umfassen.

Bezogen auf die einzelnen Leitideen variierte die Anzahl der Items zwischen 92 im Bereich *Raum und Form* und 158 im Bereich *Zahl*. Diese unterschiedlichen Itemanzahlen sind teilweise auf Unterschiede in der inhaltlichen Breite der Leitideen und teilweise auf Schwerpunktsetzungen bei der Itementwicklung für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf zurückzuführen. Die Anzahl der in die Auswertung einbezogenen Items pro Leitidee wird in Kapitel 13 dargestellt.

Die Einführung der Bildungsstandards erfolgte, wie bereits erwähnt, nicht nur zum Zweck einer normativen Setzung von Lehr-Lern-Zielen, sondern auch mit der Intention, Unterricht stärker an der Entwicklung von Kompetenzen zu orientieren. Bei der Operationalisierung der Bildungsstandards im Fach Mathematik wurde der Aufbau von Kompetenzen in zweierlei Hinsicht berücksichtigt. Zum einen in der Vielfalt der zur Lösung der Aufgaben erforderlichen allgemeinen mathematischen Kompetenzen. Reine kalkül- und verfahrensorientierte Aufgaben, die lange Zeit den Unterricht und die Abschlussarbeiten

in Deutschland dominierten (Neubrand, Jordan, Krauss, Blum & Löwen, 2011), sind im IQB-Aufgabenpool die Ausnahme. Außerdem wurde auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen innermathematischen und realitätsnahen Aufgaben geachtet. Ein großer Teil der Aufgaben ist in einen authentischen Kontext aus der Alltagswelt eingebettet. Diese Aufgaben überprüfen, inwieweit die Jugendlichen in der Lage sind, ihr schulisch erworbenes Wissen anzuwenden und auch auf neue und außerschulische Kontexte zu übertragen. Die Rahmenbedingungen der Schulleistungsstudien sind zwar mit Einschränkungen bezüglich Art, Umfang und Komplexität solcher Aufgaben verbunden, die konstruierten Testaufgaben erlauben jedoch eine gute Annäherung an lebenswirkliche Anwendungen. Großer Wert wurde bei der Entwicklung und Auswahl der Aufgaben darauf gelegt, künstlich „eingekleidete“ Problemstellungen zu vermeiden und stattdessen mathematische Fragestellung und gegebenen Kontext stets sinnhaft aufeinander zu beziehen. Dies wurde vor allem auch bei der Erstellung von Testaufgaben für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf berücksichtigt, um die Motivation der Schülerinnen und Schüler bei der Aufgabenbearbeitung sicherzustellen (vgl. Mahler et al., im Druck).

Literatur

- Anderson, L. & Krathwohl, D. A. (2001). *Taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, NY: Longman.
- Blum, W. (2006). Die Bildungsstandards Mathematik. Einführung. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen* (S. 14–32). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Blum, W., Drüke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (Hrsg.). (2006). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Bruder, R. & Collet, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Brunner, M. (2006). *Mathematische Schülerleistung. Struktur, Schulformunterschiede und Validität*. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin. Verfügbar unter http://library.mpiibberlin.mpg.de/diss/Brunner_Dissertation.pdf.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103–131.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Dordrecht: D. Reidel.
- Helmke, A. (Hrsg.). (2010). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (3. Aufl.). Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Jasper, F. (2009). *Zur Psychometrie der Mathematik am Ende der Sekundarstufe I*. Dissertation, Universität Mannheim. Verfügbar unter <http://ub-madoc.bib.uni-mannheim.de/2584/>.
- Klieme, E. (2000). Fachleistungen im voruniversitären Mathematik- und Physikunterricht. Theoretische Grundlagen, Kompetenzstufen und Unterrichtsschwerpunkte. In J. Baumert (Hrsg.), *TIMSS/III: Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn* (Bd. 2., Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe) (S. 57–128). Opladen: Leske + Budrich.
- KMK (2004) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss Beschluss vom 4.12.2003*. München: Luchterhand.
- KMK (2005) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss. Beschluss vom 15.10.2004*. München: Luchterhand.

- Leiß, D. & Blum, W. (2006). Beschreibung zentraler mathematischer Kompetenzen. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen* (S. 33–50). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Mahler, N., Kölm, J. & Werner, B. (im Druck). Entwicklung von Mathematiktestaufgaben für Schüler*innen mit einem sonderpädagogischen Förderbedarf im Lernen – Konzeption und erste Ergebnisse. In C. Gresch, P. Kuhl, M. Grosche, C. Sälzer & P. Stanat (Hrsg.), *Schüler*innen mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen: Einblicke und Entwicklungen*. Wiesbaden: Springer VS.
- Mayer, R. E. & Hegarty, M. (1996). The process of understanding mathematical problems. In R. J. Sternberg & T. Ben-Zeev (Hrsg.), *The nature of mathematical thinking* (S. 29–53). Mahwah, NJ: L. Erlbaum Associates.
- NCTM (2000) = National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Neubrand, M., Biehler, R., Blum, W., Cohors-Fresenborg, E., Flade, L., Knoche, N. Lind, D., Löding, W., Möller, G. & Wynands, A. (2001). Grundlagen der Ergänzung des internationalen PISA-Mathematik-Tests in der deutschen Zusatzerhebung. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 33, 45–59.
- Neubrand, M., Jordan, A., Krauss, S., Blum, W. & Löwen, K. (2011). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Einblicke in das Potenzial für kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 115–132). Münster: Waxmann.
- Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In A. Gagatsis & S. Papastavridis (Hrsg.), *3rd Mediterranean conference on mathematical education* (S. 115–124). Athens, Greece: The Hellenic Mathematical Society.
- Niss, M. A. & Højgaard, T. (Hrsg.). (2011). *Competencies and mathematical learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark* (IMFUFA tekst, Bd. 485). Roskilde: Roskilde Universitet.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment framework mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris, France: OECD Publishing.
- Roppelt, A. & Reiss, K. (2012). Beschreibung der im Fach Mathematik untersuchten Kompetenzen. In P. Stanat, H. A. Pant, K. Böhme & D. Richter (Hrsg.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (S. 34–48). Münster: Waxmann.
- Roppelt, A., Blum, W. & Pöhlmann, C. (2013). Beschreibung der untersuchten mathematischen Kompetenzen. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 23–37). Münster: Waxmann.
- Sälzer, C., Reiss, K., Prenzel, M., Schiepe-Tiska, A. & Heinze, A. (2013). Zwischen Grundlagenwissen und Anwendungsbezug: Mathematische Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 47–97). Münster: Waxmann.
- Weirich, S., Haag, N. & Roppelt, A. (2012). Testdesign und Auswertung des Ländervergleichs: Technische Grundlagen. In P. Stanat, H. A. Pant, K. Böhme & D. Richter (Hrsg.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik* (S. 277–290). Münster: Waxmann.
- Winkelmann, H. & Robitzsch, A. (2009). Modelle mathematischer Kompetenzen: Empirische Befunde zur Dimensionalität. In D. Granzer, O. Köller, A. Bremerich-Vos, M. van den Heuvel-Panhuizen, K. Reiss & G. Walther (Hrsg.), *Bildungsstandards Deutsch und Mathematik: Leistungsmessung in der Grundschule* (S. 169–196). Weinheim: Beltz.
- Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 37–46.

1.3 Beschreibung der in den naturwissenschaftlichen Fächern untersuchten Kompetenzen

In diesem Kapitel werden die im IQB-Bildungstrend 2018 überprüften Kompetenzen in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik dargestellt. Um das Erreichen der Standards messbar zu machen, müssen die beschriebenen Kompetenzerwartungen in ein psychometrisches Modell überführt werden, das den Zielen und Rahmenbedingungen großer Schulleistungsstudien Rechnung trägt. Diese Aufgabe setzt eine Klärung der Frage voraus, wie sich naturwissenschaftliche Kompetenzen beschreiben lassen. Deshalb wird in Abschnitt 1.3.1 das zur Aufgabenentwicklung verwendete Kompetenzstrukturmodell naturwissenschaftlicher Kompetenzen vorgestellt. Es folgt eine Darstellung der Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern für den Mittleren Schulabschluss (Abschnitt 1.3.2 bis 1.3.4). Abschließend wird in Abschnitt 1.3.5 beschrieben, wie die naturwissenschaftlichen Kompetenzen im IQB-Bildungstrend 2018 konkret operationalisiert wurden.

1.3.1 Das Kompetenzstrukturmodell in den naturwissenschaftlichen Fächern

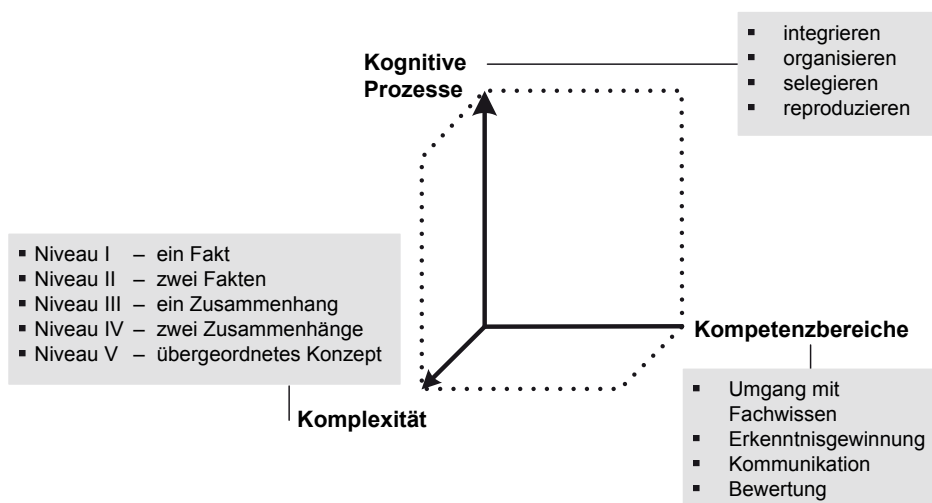
Elke Sumfleth, Nicola Klebba, Alexander Kauertz, Jürgen Mayer,
Hans E. Fischer, Maik Walpuski und Nicole Wellnitz

Die Bildungsstandards für die drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik in der Sekundarstufe I (KMK, 2005a, 2005b, 2005c) definieren Ziele für die naturwissenschaftliche Grundbildung, die im angelsächsischen Sprachraum auch als *Scientific Literacy* bezeichnet wird. Danach ist das Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung „Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht. Darüber hinaus bietet naturwissenschaftliche Grundbildung eine Orientierung für naturwissenschaftlich-technische Berufsfelder und schafft Grundlagen für anschlussfähiges berufsbezogenes Lernen“ (KMK, 2005a, S. 6). Die Bildungsstandards sehen für Biologie, Chemie und Physik vier fächerübergreifend definierte Kompetenzbereiche vor: *Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung*. Die zu den vier Kompetenzbereichen formulierten Standards bieten vielfältige Anknüpfungspunkte, die sowohl zur vertikalen Vernetzung von Inhalten innerhalb eines naturwissenschaftlichen Faches und damit zum Aufbau einer kohärenten Wissensstruktur beitragen als auch zur horizontalen Vernetzung zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern und darüber hinaus. Die den Bildungsstandards zugrunde gelegten Kompetenzbereiche ermöglichen also ein effektives fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten. Dafür sind insbesondere die handlungsbezogenen Kompetenzen der Kompetenzbereiche *Bewertung*, *Kommunikation* und *Erkenntnisgewinnung* geeignet. Der Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* bildet dabei eine Art Schnittstelle zwischen den handlungsbe-

zogenen und den inhaltsbezogenen Kompetenzen, die im Kompetenzbereich *Fachwissen* formuliert sind.

Die Bildungsstandards werden ferner anhand von sogenannten Anforderungsbereichen konkretisiert. Bei den Anforderungsbereichen handelt es sich um eine Klassifizierung, die verschiedene Komplexitäts- und damit Schwierigkeitsgrade von Aufgaben abbilden soll. In die Klassifizierung gehen verschiedene Eigenschaften wie die Komplexität des Inhalts und die zur Lösung von Aufgaben notwendigen kognitiven Fähigkeiten ein, von denen angenommen werden kann, dass sie die Schwierigkeit von Aufgaben beeinflussen. Da in einer Aufgabe jedoch oft mehrere schwierigkeitsbestimmende Merkmale gleichzeitig und in unterschiedlicher Ausprägung vorkommen, sind die Beschreibungen der Anforderungsbereiche der Bildungsstandards als Grundlage für die Entwicklung präziser Messinstrumente zu ungenau. Um das Erreichen der Bildungsstandards messbar zu machen, war es deshalb erforderlich, die Kompetenz- und Anforderungsbereiche der Bildungsstandards so zu präzisieren, dass gezielt Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeit konstruiert werden konnten (Kauertz, Fischer, Mayer, Sumfleth & Walpuski, 2010). Hierfür wurde ein alle naturwissenschaftlichen Fächer übergreifendes Kompetenzstrukturmodell entwickelt (Walpuski, Kampa, Kauertz & Wellnitz, 2008), das eine dreidimensionale Struktur mit den Dimensionen *Kompetenzbereiche*, *Komplexität* und *kognitive Prozesse* aufweist (siehe Abb. 1.3). Auf Basis dieses Kompetenzstrukturmodells wurden in den Naturwissenschaften Testaufgaben entwickelt, sodass sich alle Aufgaben der Fächer Biologie, Chemie und Physik in der dreidimensionalen Struktur verorten lassen. Die Dimension *Kompetenzbereiche* gibt im Rahmen des Modells an, aus welchem der vier Bereiche *Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* Kompetenzen zum Lösen einer Aufgabe primär erforderlich sind. Bei der Dimension *Komplexität* des Inhalts handelt es sich um ein gestuftes Aufgabenmerkmal, das den Umfang und den Vernetzungsgrad der zu bearbeitenden Inhalte beschreibt. Die Dimension *kognitive Prozesse* spezifiziert die Qualität der benötigten kognitiven Fähigkeiten, die Schülerinnen und Schüler bei der Bearbeitung einer Aufgabe benötigen. Die drei Dimensionen des Kompetenzstrukturmodells werden im Folgenden näher erläutert.

Abbildung 1.3: Dreidimensionales Kompetenzstrukturmodell der naturwissenschaftlichen Fächer



Kompetenzbereiche

Die Dimension *Kompetenzbereiche* des Kompetenzstrukturmodells umfasst als Ausprägungen die vier Kompetenzbereiche *Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung*. Im IQB-Bildungstrend 2018 wurden in den Naturwissenschaften – wie bereits im IQB-Ländervergleich 2012 – die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* überprüft, weshalb sich die folgende Darstellung auf diese beiden Kompetenzbereiche konzentriert.

Im Fokus des Kompetenzbereiches *Fachwissen* steht nicht der Wissensabruf, sondern – entsprechend des Kompetenzbegriffs von Weinert (2001) – der aktive Umgang mit fachwissenschaftlichen Inhalten zum Lösen spezifischer naturwissenschaftlicher Probleme. Die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzerwartungen des Kompetenzbereichs *Fachwissen*, die auf diesem Kompetenzbegriff basieren, beschreiben die Fachinhalte daher in Form von Basiskonzepten, unter die sich jeweils eine Vielzahl von exemplarischen Fachinhalten subsumieren lässt. Damit tragen die Bildungsstandards auch dem Umstand Rechnung, dass die inhaltliche Schnittmenge der curricularen Vorgaben der 16 Länder nicht sehr hoch ist. Aufgrund dieser heterogenen Rahmenbedingungen und unter Bezug auf die Kompetenzorientierung der Bildungsstandards, die eine bloße Abfrage „tragen“ Wissens zu vermeiden fordert, wurden in den Tests zum IQB-Bildungstrend 2018 die zur Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe notwendigen Fachinformationen angegeben. Der Kompetenzbereich *Fachwissen* wird folglich primär als ein *Umgang mit Fachwissen* verstanden.

Auf Basis der in den Bildungsstandards für den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* formulierten Kompetenzen wurden die Teilbereiche *naturwissenschaftliche Untersuchungen*, *naturwissenschaftliche Modellbildung* und *wissenschaftstheoretische Reflexion* definiert, die durch weitere Kompetenzaspekte (siehe Abb. 1.4) ausdifferenziert werden (Wellnitz et al., 2012). Dem Leitbild eines hypothetisch-deduktiven Erkenntnisprozesses folgend werden im Teilbereich *naturwissenschaftliche Untersuchungen* folgende vier Aspekte unterschieden: Fragestellung, Hypothese, Untersuchungsdesign und Datenauswertung. Die Aspekte im Teilbereich *naturwissenschaftliche Modellbildung* umfassen Funktionalität (inhaltlicher Zweck), Modellanwendung und Grenzen (Unterscheidung

Abbildung 1.4: Ausdifferenzierung des Kompetenzbereichs *Erkenntnisgewinnung*

Erkenntnisgewinnung			
Teilbereiche	Naturwissenschaftliche Untersuchungen	Naturwissenschaftliche Modellbildung	Wissenschaftstheoretische Reflexion
Aspekte	Fragestellung	Funktionalität	Eigenschaften
	Hypothese	Modellanwendung	Entwicklung
	Untersuchungsdesign	Grenzen	
	Datenauswertung		

von Modell- und Realitätsebene). Der Teilbereich *wissenschaftstheoretische Reflexion* thematisiert eine Metaebene, bei der zwischen der Reflexion über die Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens und über die Eigenschaften naturwissenschaftlichen Wissens unterschieden wird.

Komplexität

Die Dimension Komplexität des Kompetenzstrukturmodells beschreibt mit fünf Ausprägungen den Umfang und den Vernetzungsgrad der zu bearbeitenden Inhalte. Die fünf Niveaus sind wie folgt benannt: ein Fakt, zwei Fakten, ein Zusammenhang, zwei Zusammenhänge und übergeordnetes Konzept, wobei diese Bezeichnungen als Oberbegriffe für Namen (z.B. Dalton), Eigenschaften (z.B. Bindigkeit) oder Variablen (z.B. Temperatur) verstanden werden, die für den jeweiligen Kompetenzbereich charakteristisch sind. Ein Anstieg der Komplexität geht in der Regel mit einer Zunahme der zur Lösung notwendigen Schritte einher. Entscheidend für die Bestimmung der Komplexität einer Aufgabe ist nicht, wie viele Informationen in der Aufgabe enthalten sind, sondern wie viele Informationen für die richtige Lösung kognitiv verarbeitet werden müssen. Die geringste Komplexität einer Aufgabe liegt vor, wenn zu ihrer Lösung nur eine einzige Variable oder ein einziges Merkmal berücksichtigt werden muss. Auf dem zweiten Komplexitätsniveau müssen zwei Variablen oder Merkmale berücksichtigt werden, die nicht in einem direkten Zusammenhang zueinander beziehungsweise einer Abhängigkeit voneinander stehen. Beim dritten Komplexitätsniveau wird genau diese gegenseitige Abhängigkeit oder Wechselwirkung wichtig. Auf dem vierten Komplexitätsniveau müssen zur Lösung einer Aufgabe zwei Zusammenhänge berücksichtigt werden. Das anspruchsvollste Komplexitätsniveau wird dadurch charakterisiert, dass es als allgemeines Prinzip von den gegebenen Informationen unabhängig formulierbar ist und dass mit seiner Hilfe Zusammenhänge erfasst werden können (z.B. Darstellung eines kompletten Erkenntnisgewinnungsprozesses).

Kognitive Prozesse

Die Dimension *kognitive Prozesse* des Kompetenzstrukturmodells definiert, welche Art der Informationsverarbeitung die Schülerinnen und Schüler zur Bearbeitung einer Aufgabe ausführen müssen. Dabei handelt es sich um ein gestuftes Aufgabenmerkmal, das heißt, die Schülerinnen und Schüler müssen bei einer Aufgabe Informationen *reproduzieren*, *selegieren*, *organisieren* oder *integrieren* (siehe Abb. 1.5).

Beim *Reproduzieren* werden Informationen aus der Aufgabe wiedergegeben, wobei die Struktur der geschilderten Situation in der Aufgabe der Struktur der Antwort entspricht. *Selegieren* bedeutet, dass relevante Informationen aus der Aufgabe ausgewählt werden und die Lösung dazu in der Aufgabe enthalten ist (Ähnlichkeit der Situationen in Aufgabenstellung und Lösung ist hoch). Schülerinnen und Schüler *organisieren*, wenn Informationen aus der Aufgabe geordnet und strukturiert werden müssen, zum Beispiel in zeitlichen oder hierarchischen Abfolgen, wobei die Regeln für die Klassifizierung in der Aufgabe genannt sind. Ein Wechsel zwischen verschiedenen Kontexten findet beim *Organisieren* nicht statt (Ähnlichkeit der Situationen in Aufgabenstellung und Lösung ist hoch).

Abbildung 1.5: Differenzierung von erforderlichen Informationsverarbeitungsprozessen bei der Aufgabenbearbeitung in der Kompetenzstrukturdimension *kognitive Prozesse*

Kriterien Kognitive Prozesse	Verhältnis in Aufgabenstellung vorgegebener Information zu erwarteter Antwort	Notwendigkeit, Zusammenhänge, Reihenfolgen oder Bezüge herzustellen	Ähnlichkeit der Situationen in Aufgabenstellung und Lösung
Reproduzieren	Vorgabe = Antwort	nein	hoch
Selektieren	Vorgabe ≠ Antwort	nein	hoch
Organisieren	Vorgabe ≠ Antwort	ja	hoch
Integrieren	Vorgabe ≠ Antwort	ja	niedrig

Integrieren schließlich steht für das Anwenden, Interpretieren, Verallgemeinern und Übertragen von Informationen aus der Aufgabe. Die Situation muss dabei zunächst erfasst und dann in eine andere, ebenfalls vorgegebene Situation übertragen werden (Ähnlichkeit der Situationen in Aufgabenstellung und Lösung ist niedrig).

1.3.2 Die Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss

Jürgen Mayer und Nicole Wellnitz

Der spezifische Beitrag des Faches Biologie zur naturwissenschaftlichen Grundbildung liegt im Verständnis der Phänomene der belebten Natur. Zu den sogenannten Kennzeichen des Lebendigen zählen zum Beispiel Stoff- und Energieumwandlung, Individualentwicklung, Fortpflanzung und Vermehrung, Informationsverarbeitung, Anpasstheit an die Umwelt sowie evolutionäre Entwicklung. Diese Grundphänomene der belebten Natur sind auf verschiedenen Systemebenen wie Zelle, Organ, Organismus, Ökosystem und Biosphäre organisiert. Ein wesentliches Bildungsziel des Biologieunterrichts ist es, ein Verständnis dieser Biosysteme auf verschiedenen Ebenen und damit ein multiperspektivisches und systemisches Denken zu vermitteln (KMK, 2005a).

Innerhalb dieser Biosysteme ist der Mensch sowohl ein Teil als auch ein Gegenüber der Natur (Kattmann, 1997). Daher ist die Stellung und Rolle des Menschen in der Natur ein bedeutsamer Gegenstand des Biologieunterrichts. Das Verständnis seines Körpers, seines Verhaltens sowie seiner Evolution tragen zur Entwicklung eines individuellen Selbstverständnisses und emanzipatorischen Handelns des Menschen bei. „Dies ist die Grundlage für ein gesundheitsbewusstes und umweltverträgliches Handeln sowohl in individueller als auch in gesellschaftlicher Verantwortung“ (KMK, 2005a, S. 6).

Naturwissenschaftliche beziehungsweise biologische Erkenntnisse und Methoden finden vielfache Anwendung in Alltag und Gesellschaft, beispielsweise in der Medizin, der Bio- und Gentechnologie, den Neurowissenschaften sowie der Umwelt- und Energietechnologie. Andererseits birgt die naturwissenschaftlich-technische Entwicklung auch Risiken und Gefahren, die erkannt, bewertet und beherrscht werden müssen. Ziel des Biologieunterrichts ist daher

die Befähigung zur aktiven Teilhabe an den entsprechenden gesellschaftlichen Diskursen (KMK, 2005a).

In den Bildungsstandards werden auf der Basis dieses Bildungsverständnisses zum einen im Kompetenzbereich *Fachwissen* spezifische Basiskonzepte definiert, welche die inhaltliche Dimension des Biologieunterrichts strukturieren. „Mit den Basiskonzepten analysieren Schülerinnen und Schüler Kontexte, strukturieren und systematisieren Inhalte und erwerben so ein grundlegendes, vernetztes Wissen“ (KMK, 2005a, S. 7). Zum anderen werden drei weitere Kompetenzbereiche – *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* – ausgewiesen, die sich schwerpunktmäßig auf die Handlungsdimension beziehen. Schülerinnen und Schüler müssen demzufolge neben den biologischen Fachinhalten auch handlungsbezogene Kompetenzen erwerben:

- Der Kompetenzbereich *Fachwissen* umfasst im weitesten Sinn ein Verständnis von biologischen Phänomenen, Begriffen und Prinzipien sowie deren Strukturierung durch Basiskonzepte.
- Der Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* fokussiert auf grundlegende Elemente der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Dazu zählen insbesondere die Methoden Beobachten, Vergleichen, Experimentieren sowie die Verwendung von Modellen.
- Der Kompetenzbereich *Kommunikation* bezieht sich auf das Erschließen und Austauschen von sach- und fachbezogenen Informationen.
- Der Kompetenzbereich *Bewertung* umfasst das Erkennen und Bewerten von biologischen Sachverhalten in unterschiedlichen Kontexten. Bewertungskontexte sind insbesondere die Gesunderhaltung des eigenen Körpers, bioethische Fragen der Medizin- und Gentechnik sowie die umweltpolitische Leitidee der nachhaltigen Entwicklung.

Im Folgenden werden die im IQB-Bildungstrend 2018 erfassten Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* für das Fach Biologie ausführlich beschrieben.

Kompetenzbereich *Fachwissen*

Der Kompetenzbereich *Fachwissen* umfasst diejenigen Kompetenzen, die sich auf den inhaltlichen Wissensbestand der Biologie (Fakten, Begriffe, Theorien) und dessen Anwendung (z.B. nachhaltige Entwicklung) beziehen. Um diesen komplexen Wissensstand zu strukturieren und ein exemplarisches und kumulatives Lernen zu ermöglichen, wird das Wissen auf der Grundlage von drei untereinander vernetzten Basiskonzepten erarbeitet. Diese Basiskonzepte sind *System*, *Struktur* und *Funktion* sowie *Entwicklung*. Die einzelnen Standards im Kompetenzbereich *Fachwissen* sind den drei Basiskonzepten jeweils zugeordnet (KMK, 2005a, S. 13ff.).

Das *System*-Konzept ist grundlegend für die Wissenschaft Biologie. Zellen, Organismen, Ökosysteme und die Biosphäre werden als lebendige Systeme, sogenannte Biosysteme, aufgefasst. Diese Systeme sind je nach Systemebene jeweils aus spezifischen Elementen aufgebaut, zum Beispiel Zellorganellen und Organen, sowie durch spezifische Eigenschaften („Kennzeichen des Lebendigen“) charakterisiert; sie stehen in Wechselwirkung untereinander sowie mit unbelebter Materie. Zu den Eigenschaften der Zelle und des Organismus gehören beispielsweise Stoffwechsel und Energieumwandlung, Austausch und Verarbeitung

von Information, Steuerung und Regelung, Bewegung, Reproduktion und Vererbung. Zu den Eigenschaften eines Ökosystems und der Biosphäre gehören Wechselwirkungen, Energiefluss und Stoffkreisläufe.

Alle Biosysteme zeichnen sich durch eine wechselseitige Abhängigkeit von Struktur und Funktion aus. Dies gilt gleichermaßen für die Zelle als Grundbaustein von Lebewesen wie für Organismen, Organismengruppen und Ökosysteme. Zum einen lässt sich insbesondere über den Bau von Organsystemen und die Struktur von Ökosystemen die biologische Vielfalt (Biodiversität) beschreiben und ordnen. Zum anderen lassen sich diese Strukturen durch eine Analyse ihrer spezifischen Funktion erklären. Diese Funktionen sind wiederum in spezifische Systemeigenschaften der Biosysteme eingebunden, beispielsweise den Stoff- und Energiewechsel, sodass sich entsprechende Bezüge zwischen den Basiskonzepten *Struktur und Funktion* und *System* ergeben. Häufig können Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion in Form allgemeiner biologischer Prinzipien beschrieben werden, beispielsweise durch das Schlüssel-Schloss-Prinzip oder das Prinzip der Oberflächenvergrößerung. Diese wechselseitige Abhängigkeit von Struktur und Funktion ist Ausdruck einer Anpasstheit an die Umwelt und das Ergebnis der Evolution. Der evolutionäre Aspekt eröffnet wiederum die Möglichkeit der Vernetzung mit dem Basiskonzept *Entwicklung*.

Das Basiskonzept *Entwicklung* umfasst die Veränderung der Biosysteme über die Zeit. Dabei subsumiert dieses Basiskonzept mehrere biologische Konzepte, die jeweils spezifische Entwicklungsaspekte auf verschiedenen Ebenen der Biosysteme beschreiben. Grundlegender Aspekt ist die Zellteilung als Voraussetzung für Wachstum, Fortpflanzung, Vermehrung und Entwicklung. Mit dem biologischen Konzept der Ontogenese wird die artspezifische Individualentwicklung von Organismen beschrieben. Dazu gehören beispielsweise Keimung und Wachstum von Pflanzen, Metamorphose (Gestaltwandel) bei Tieren sowie Schwangerschaft, Geburt und Entwicklung beim Menschen. Mit dem Konzept Fortpflanzung werden verschiedene Formen der Erzeugung von Nachkommen beschrieben. Dazu gehören zum Beispiel die geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung bei Pflanzen, Pilzen und Tieren, Sexualvorgänge und Befruchtung sowie die Sexualorgane des Menschen und spezifisch humanbiologische Aspekte der Sexualität. Auf Ökosystemebene zeigen sich zeitliche Veränderungen in Form von Rhythmen (Tag/Nacht und Jahreszeiten), von dauerhaften Veränderungen (z. B. Sukzession) sowie letztlich durch anthropogen bedingte Umweltveränderungen (z. B. Klimawandel). In Abgrenzung zum Konzept der Individualentwicklung (Ontogenese) wird mit der stammesgeschichtlichen Entwicklung (Phylogenese) die Entwicklungsgeschichte von Organismengruppen beziehungsweise der Gesamtheit der Organismen über länger andauernde Zeiträume beschrieben. Zentrale Konzepte und Theorien der Entwicklungsgeschichte der Natur sind Variabilität von Organismen, Evolution sowie stammesgeschichtliche Verwandtschaft.

Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*

Während es im Kompetenzbereich *Fachwissen* um inhaltsbezogene Kompetenzen geht, werden im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* die wissenschaftsmethodischen Verfahren betont, mit denen biologische Erkenntnisse gewonnen werden. Damit sollen Schülerinnen und Schüler nicht nur die zentralen Inhalte der Biologie lernen, sondern auch einen Einblick in die Methoden er-

halten, mit denen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler diese Erkenntnisse gewinnen. Zentrale wissenschaftsmethodische Verfahren der Biologie, sogenannte fachgemäße Denk- und Arbeitsweisen, sind das hypothesengeleitete Beobachten, Vergleichen und Experimentieren sowie die Modellbildung (KMK, 2005a). Innerhalb dieser Methoden werden bestimmte Arbeitstechniken wie das Mikroskopieren und das Bestimmen von Lebewesen angewendet.

Das hypothesengeleitete Beobachten dient der systematischen Beschreibung biologischer Phänomene, wie etwa des Verhaltens eines Tieres, eines Form-und-Funktions-Zusammenhangs oder eines Entwicklungsprozesses. Biologische Erkenntnisse über verwandtschaftliche Beziehungen, zum Beispiel zwischen Arten, sowie über ökologische Ähnlichkeiten und Unterschiede erwerben die Lernenden im Wesentlichen mit Hilfe des kriterienbezogenen Vergleichens. Mit der Methode des Experiments können Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge aufgeklärt werden (Wellnitz & Mayer, 2012).

Das wissenschaftliche Vorgehen innerhalb eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses lässt sich idealtypisch als eine Folge von Denkschritten beschreiben: Fragestellung, Hypothese, Planung und Durchführung der Untersuchung, Auswertung und Deutung der Ergebnisse (Mayer, 2007). Längsschnittanalysen konnten einen signifikanten Leistungsanstieg für diese Teilkompetenzen im Verlauf der Sekundarstufe I belegen (Grube & Mayer, 2010). Dabei fällt es Schülerinnen und Schülern leichter, experimentelle Daten zu deuten als zu untersuchende naturwissenschaftliche Fragestellungen zu einem biologischen Phänomen selbstständig zu formulieren (Mayer, Grube & Möller, 2008). Das Verständnis, die Anwendung und die Reflexion dieser Schritte sind zentrale Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler beim Beobachten, Vergleichen und Experimentieren in einem kompetenzorientierten Unterricht erlernen.

Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung schließt die Modellbildung und den Umgang mit Modellen auf verschiedenen Repräsentationsebenen ein. Solche naturwissenschaftlichen Modelle sind theoretische Modelle (z.B. Vorstellungen, Hypothesen) und deren Realisierungen als gegenständliche Modelle in Form dreidimensionaler Gegenstände sowie zweidimensionaler ikonischer und symbolischer Darstellungen (z.B. Struktur- und Funktionsmodelle, bildhafte Darstellungen). Im Biologieunterricht werden insbesondere molekulare, dynamische und komplexe Phänomene modelliert, die einer unmittelbaren Untersuchung im Unterricht nicht zugänglich sind, zum Beispiel Zellvorgänge oder Wechselbeziehungen in Ökosystemen. Daneben werden anatomische und physiologische Vorgänge bei Tieren sowie insbesondere beim Menschen mittels Modellen erarbeitet, da sich eine direkte Untersuchung oftmals aus ethischen Gründen verbietet. Im Kontext naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung werden Modelle zur Beschreibung, Untersuchung und Erklärung biologischer Phänomene eingesetzt; dies schließt die kritische Beurteilung der Aussagekraft von Modellen ein.

1.3.3 Die Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss

Maik Walpuski und Elke Sumfleth

Die Ausdifferenzierung der Ziele naturwissenschaftlicher Grundbildung unter chemischer Perspektive führt zu den Zielen des Chemieunterrichts in der Sekundarstufe I. Schülerinnen und Schüler sollen Phänomene mit Hilfe ihres Wissens über Stoffe und chemische Reaktionen erklären und bewerten können. Dabei werden chemische Reaktionen als „Einheit aus Stoff- und Energieumwandlung durch Teilchen- und Strukturveränderungen“ (KMK, 2005b, S. 6) verstanden. Insbesondere die experimentelle Methode soll als Mittel zum Erkenntnisgewinn erkannt und genutzt werden. Dies setzt einen verantwortungsvollen Umgang mit Geräten und Chemikalien genauso voraus wie eine Sensibilisierung für die nachhaltige Nutzung von Ressourcen. Hinzu kommt die Verknüpfung experimenteller Ergebnisse und inhaltlicher Erkenntnisse mit Modellvorstellungen. Darüber hinaus sollen Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der Chemie einerseits als Wissenschaft und andererseits als Grundlage eines großen – auch gesellschaftlich relevanten – Industriezweiges mit vielen Beschäftigungsmöglichkeiten erkennen und die Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnis diskutieren.

In den Bildungsstandards werden diese Kompetenzen folgenden vier Kompetenzbereichen zugeordnet:

- Der Kompetenzbereich *Fachwissen* umfasst im weitesten Sinn das Kennen und Anwenden von chemischen Phänomenen, Begriffen und Gesetzmäßigkeiten und deren Strukturierung durch Basiskonzepte.
- Der Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* beinhaltet das Nutzen von vor allem experimentellen Untersuchungsmethoden und von Modellen.
- Der Kompetenzbereich *Kommunikation* bezieht sich auf das Erschließen und Austauschen von sach- und fachbezogenen Informationen.
- Der Kompetenzbereich *Bewertung* umfasst das Erkennen und Bewerten von chemischen Sachverhalten in unterschiedlichen Kontexten.

Da im IQB-Bildungstrend 2018 die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in den beiden Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* überprüft wurden, werden diese Bereiche im Folgenden ausführlicher dargestellt.

Kompetenzbereich *Fachwissen*

Der Kompetenzbereich *Fachwissen* wird durch die folgenden vier Basiskonzepte strukturiert: *Stoff-Teilchen-Beziehungen*, *Struktur-Eigenschafts-Beziehungen*, *chemische Reaktion* und *energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen*. Die Basiskonzepte unterstützen einen fachsystematischen Wissensaufbau, ermöglichen eine flexible Anpassung der Inhalte und können als Ankerpunkte benutzt werden, um chemiebezogene Aussagen aus lebensweltlichen Zusammenhängen zu strukturieren (Demuth, Ralle & Parchmann, 2005). In erster Linie fördern die Basiskonzepte die vertikale Vernetzung, sie bieten aber auch Ansatzpunkte für eine horizontale Vernetzung von Inhalten über die drei Naturwissenschaften hinweg. Zusammenfassend subsumiert der Kompetenzbereich *Fachwissen* „das Wissen über chemische Phänomene, das Verständnis grundlegender Begriffe,

Gesetzmäßigkeiten und Prinzipien der Chemie zur Beschreibung von Stoffen und Stoffveränderungen und das grundlegende Verständnis von in der Chemie verwendeten Modellen“ (KMK, 2005b, S. 8), wobei gerade die letzte Aussage die enge Verknüpfung mit dem Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* deutlich macht. Die Standards sind den vier Basiskonzepten zugeordnet, weisen aber erwartungsgemäß große Gemeinsamkeiten zwischen den Basiskonzepten *Stoff-Teilchen-Beziehungen* und *Struktur-Eigenschafts-Beziehungen* einerseits und *chemische Reaktion* und *energetische Betrachtungen bei Stoffumwandlungen* andererseits auf. Die ersten beiden Basiskonzepte verbindet die Fokussierung auf die Stoffe. Beide verknüpfen zudem die Phänomenebene mit der Teilchenebene, also die sichtbaren Eigenschaften mit ihrer Interpretation auf oder Ableitung von der submikroskopischen Ebene. Die Ähnlichkeit der beiden weiteren Basiskonzepte *Chemische Reaktion* und *Energetische Betrachtungen bei Stoffumwandlungen* ist schon durch die Bedeutungsüberlappung von chemischer Reaktion und Stoffumwandlung angelegt. Zudem werden die Fachinhalte in den Kompetenzerwartungen nur sehr allgemein beschrieben.

Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*

Während es im Kompetenzbereich *Fachwissen* um inhaltsbezogene Kompetenzen geht, werden im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* die Wege betont, auf denen inhaltliche Erkenntnisse erzielt werden. Es geht also um naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, zum Beispiel um experimentelle Untersuchungsmethoden und das Nutzen von Modellen. Ausgangspunkt für einen Erkenntnisgewinnungsprozess ist immer eine Fragestellung, die von den Schülerinnen und Schülern entweder selbst gefunden oder als eine chemiebezogene Frage erkannt und verstanden werden muss. Im nächsten Schritt müssen dann geeignete Untersuchungsmethoden angewendet oder Erklärungsmodelle genutzt werden. Hierzu ist es notwendig, einen Untersuchungsgegenstand und ein Untersuchungsverfahren auszuwählen und die Untersuchung – in der Regel das Experiment oder die Nutzung eines Modells – zu planen und dabei Möglichkeiten und Grenzen der Methode abzuschätzen. Die einzelnen Schritte müssen organisiert, durchgeführt und die Ergebnisse müssen ausgewertet werden. Schließlich werden daraus Schlussfolgerungen gezogen, indem die Ergebnisse auf die Fragestellung bezogen und auf Basis der theoretischen Grundlagen interpretiert werden. „Dadurch wird ein Beitrag für die Entwicklung eines naturwissenschaftlichen Weltverständnisses geleistet“ (KMK, 2005b, S. 9).

Der Prozess der Erkenntnisgewinnung spiegelt sich in den Bildungsstandards für diesen Kompetenzbereich wider (KMK, 2005b). Die Mehrheit der Standards bezieht sich auf experimentelle Untersuchungen, wobei in der inhaltlichen Strukturierung die oben beschriebene Schrittfolge gut zum Ausdruck kommt. Beispielsweise sehen die Standards vor, dass Schülerinnen und Schüler Fragestellungen erkennen und entwickeln, die mit Hilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente, zu beantworten sind, und planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen. Darüber hinaus sollen Schülerinnen und Schüler Modelle nutzen und erste wissenschaftstheoretische Überlegungen vornehmen, was im angelsächsischen Sprachraum als *Nature of Science* eine deutlich größere Bedeutung besitzt.

1.3.4 Die Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss

Alexander Kauertz und Hans E. Fischer

Naturwissenschaftliche Grundbildung aus der Perspektive der Physik umfasst die Beschreibung natürlicher und technischer Phänomene durch physikalische Eigenschaften und Parameter. Damit werden Ergebnisse auf der Grundlage von Wirkzusammenhängen vorhergesagt und experimentell geprüft. Die strukturierte und formalisierte Beschreibung der Phänomene ermöglicht ein physiktypisches Lösen von Problemen in der natürlichen und technischen Umwelt. Die Umwelt der Schülerinnen und Schüler ist von technischen und natürlichen Phänomenen und Problemstellungen geprägt. Die Physik bietet ihnen durch ihre Modelle und Arbeitsweisen Orientierung und eine strukturierte Herangehensweise zur Lösung und Beschreibung dieser Probleme und Phänomene. Diese Form der Weltbegegnung eröffnet die Orientierung auf naturwissenschaftlich-technische Berufe und ermöglicht aufgrund der engen Verknüpfung naturwissenschaftlicher und gesellschaftlicher Aspekte eine aktive Teilhabe an der Gesellschaft (vgl. KMK, 2005c).

Die Beschreibung von Kompetenzen im Fach Physik lässt sich in zwei Dimensionen aufteilen: eine Inhaltsdimension, die durch die Basiskonzepte beschrieben wird, und eine Handlungsdimension, die durch den Umgang mit den Basiskonzepten zur Beschreibung und Problemlösung, der Nutzung physiktypischer Arbeitsweisen, der Bewertung von Problemlösungen auf der Grundlage von Basiskonzepten und Arbeitsweisen sowie der Kommunikation physikalischer Beschreibungen und Problemlösungen beschrieben werden kann. Die Kompetenzbereiche *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* können in diesem Fall als Aspekte der Handlungsdimension betrachtet werden. Die physikalische Grundbildung wird in den Bildungsstandards demnach in vier Kompetenzbereichen beschrieben.

- Der Kompetenzbereich *Fachwissen* umfasst im weitesten Sinn das Kennen und Anwenden von physikalischen Phänomenen, Begriffen, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten und deren Strukturierung durch Basiskonzepte.
- Der Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* beinhaltet das Nutzen von experimentellen Untersuchungsmethoden und Modellen.
- Der Kompetenzbereich *Kommunikation* bezieht sich auf das Erschließen und Austauschen von sach- und fachbezogenen Informationen.
- Der Kompetenzbereich *Bewertung* umfasst das Erkennen und Bewerten von physikalischen Sachverhalten in unterschiedlichen Kontexten.

Im Folgenden werden die im IQB-Bildungstrend 2018 überprüften Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* für das Fach Physik ausführlicher vorgestellt.

Kompetenzbereich *Fachwissen*

Im Kompetenzbereich *Fachwissen* strukturieren die Basiskonzepte *Energie*, *Materie*, *Wechselwirkung* und *Struktur* die Inhalte der Physik, die zur Beschreibung von Phänomenen und zur Lösung physiktypischer Probleme benötigt werden (siehe KMK, 2005c, S. 8 ff.). Die Basiskonzepte stellen Grundmuster

physikalischer Beschreibungen und physiktypische Heuristiken zur theoriebasierten Problemlösung dar. Ihre Auswahl ist normativ und kann keinen Anspruch auf vollständige Abbildung aller Grundmuster der Physik erheben. Sie sind aber dazu geeignet, Inhalte verschiedener klassischer Inhaltsbereiche der Physik miteinander zu verknüpfen und so kumulatives, kontextbezogenes Lernen zu fördern, was zu einem vernetzten Wissen führt.

Ein und dieselbe physikalische Situation kann mit verschiedenen Basiskonzepten beschrieben und so zu einem Knotenpunkt in der Wissensstruktur der Schülerinnen und Schüler werden. So kann der elektrische Stromkreis etwa unter dem *Materie*-Aspekt betrachtet und die Leitfähigkeit einzelner Elemente auf ihre Materialeigenschaften zurückgeführt werden. Derselbe Stromkreis lässt sich aber auch unter dem *Energie*-Konzept hinsichtlich der umgesetzten Leistung analysieren. Des Weiteren können unter dem Basiskonzept *System* die Funktion und die Effekte bei Änderungen von Variablen des Stromkreises betrachtet werden, zum Beispiel indem festgestellt wird, dass Änderungen an einzelnen Elementen im Stromkreis grundsätzlich Auswirkungen auf die Stromstärke, Spannung oder Leistung im gesamten Stromkreis haben.

Das Basiskonzept *Energie* nimmt grundsätzlich Bezug auf die Erhaltung, den Transport, die Speicherung, Umwandlung und Entwertung von Energie in den betrachteten Systemen. Die im Alltag relevante Nutzung von Energie auf der Basis fossiler oder erneuerbarer Energien wird dabei mit einbezogen. Für die Betrachtung der Energieumwandlungen im Alltag ist der Wirkungsgrad von entscheidender Bedeutung sowie die Verknüpfung zur Temperatur und zum Energiefluss, der ohne äußere Energiezufuhr nur von höherer zur niedrigeren Temperatur erfolgt.

Die Strukturiertheit von Materie, ihr Aufbau aus Teilchen und die Effekte äußerer Einflüsse auf die Strukturiertheit werden im Basiskonzept *Materie* herausgestellt. Im Alltag werden Phänomene insbesondere durch die Aggregatzustände, ihre Übergänge und die Bedingungen für diese Übergänge beschreibbar. Die Strukturiertheit und die Systematik des Aufbaus der Materie über eine eher undifferenzierte Teilchenvorstellung zu Kristallen oder Molekülen ermöglichen es, die Reaktion von Materie auf äußere Einflüsse zu beschreiben.

Das Basiskonzept *Wechselwirkung* beschreibt den Effekt eines physikalischen Objekts auf ein anderes und dessen Rückwirkung. Physikalische Objekte können dabei Körper sein, die aufgrund eines unmittelbaren Kontakts oder durch Felder Kräfte aufeinander ausüben. Hierunter kann aber auch Strahlung gefasst werden, die Materie verändert, zum Beispiel ionisiert oder erwärmt, und die dabei selbst verändert wird, zum Beispiel durch Brechung oder Absorption.

Schließlich charakterisiert das Basiskonzept *System* abgeschlossene oder offene physikalische Situationen bezüglich bestimmter Variablen. Dabei kann zum Beispiel zwischen stabilen und gestörten Gleichgewichten unterschieden werden, die aus gestörten Gleichgewichten resultierende Ströme zur Folge haben. Entsprechend bestehen Systeme aus mehreren Komponenten, die miteinander verbunden sind und in denen Änderungen an einer Komponente Auswirkungen auf die anderen Komponenten und auf die Verbindungen haben. Konkrete Situationen, in denen Systeme betrachtet werden können, beinhalten etwa Variablen wie Kraft, Druck, Temperatur oder Potenzial, die entweder im Gleichgewicht sind oder, bei gestörtem Gleichgewicht, zu elektrischen oder thermischen Strömen führen oder das System in einen anderen stabilen Zustand überführen können (z.B. Kippen einer Wippe, Druckausgleich zwischen zwei Räumen).

Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* steht die Nutzung der physikalischen Erkenntnisprozesse im Vordergrund. Der Erkenntnisprozess beinhaltet verschiedene aufeinander bezogene Tätigkeiten. Ausgehend vom vorhandenen Wissen werden Beobachtungen gemacht, Beschreibungen systematisiert, Zusammenhänge modelliert und Hypothesen aufgestellt. Diese werden durch Experimente geprüft, die ausgewertet und beurteilt werden. Die Beschreibungen der Phänomene und die Ergebnisse der Experimente werden zur Modellbildung genutzt. Dabei werden Idealisierungen vorgenommen, Zusammenhänge durch Transferieren verallgemeinert beschrieben und in Begriffen abstrahiert, formalisiert und mit Theorien verknüpft.

Zentral für diesen Kompetenzbereich sind die Modellbildung, die Planung und die Durchführung von Experimenten sowie die Auswertung und Beurteilung von Daten. Die Schülerinnen und Schüler können bezüglich der Modellbildung eine Beschreibung von Phänomenen auf der Grundlage bestehenden Wissens, der Analogieverwendung, einfacher Formen der Mathematisierung und von Idealisierungen vornehmen, die in eine Hypothesenbildung mündet. Sie können Experimente entweder nach Anleitung durchführen oder auswerten, oder sie müssen selbst Experimente planen, durchführen und dokumentieren. Bei der Auswertung von Daten aus Experimenten nutzen sie wiederum einfache mathematische Verfahren und beurteilen die Gültigkeit empirischer Ergebnisse und deren Verallgemeinerbarkeit. Insbesondere zur Beurteilung der Gültigkeit und Verallgemeinerbarkeit empirischer Ergebnisse benötigen Schülerinnen und Schüler Wissen über die Natur der Naturwissenschaften, das international als wesentlicher Bestandteil dieses Kompetenzbereichs gesehen wird (KMK, 2005c).

1.3.5 Die Operationalisierung naturwissenschaftlicher Kompetenzen im IQB-Bildungstrend 2018

Die Testaufgaben zur Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern wurden auf Basis des in Abschnitt 1.3.1 beschriebenen dreidimensionalen Kompetenzstrukturmodells mit den Dimensionen *Kompetenzbereiche*, *Komplexität* und *kognitive Prozesse* entwickelt. Bei der Konstruktion der Testaufgaben wurden die drei Dimensionen systematisch variiert, um Aufgaben zum Überprüfen der Kompetenzstände über das gesamte Fähigkeitsspektrum von Schülerinnen und Schülern in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* zu generieren. Die Aufgaben in den drei naturwissenschaftlichen Fächern sind in einem komplexen, mehrere Jahre umfassenden, iterativen Prozess entwickelt, erprobt und optimiert worden. Im Einzelnen wurden die Aufgaben nach dem Start der Aufgabenentwicklung im Jahr 2008 zunächst in drei Vorstudien präpilotiert, im Jahr 2009 pilotiert und im Jahr 2011 normiert (zur Beschreibung dieses Ablaufs siehe Pant, Stanat, Pöhlmann & Böhme, 2013). Im IQB-Ländervergleich 2012 wurden die Aufgaben erstmalig zum Zwecke des Bildungsmonitorings eingesetzt und vor ihrem erneuten Einsatz im IQB-Bildungstrend 2018 in ihrer Zusammenstellung weiter optimiert.

Die Testaufgaben bestehen in allen drei naturwissenschaftlichen Fächern jeweils aus einem Aufgabenstamm, einer oder mehreren Teilaufgaben (Items) einschließlich der dazugehörigen Handlungsaufforderung und den Antwortmög-

lichkeiten beziehungsweise Freifeldern für Schülerantworten. Im Aufgabenstamm wird in einem kurzen Einführungstext (Stimulus) ein fachliches Problem beschrieben, das in einen Kontext eingebettet ist. Aufgrund der in Abschnitt 1.3.1 beschriebenen Voraussetzungen für die Testkonstruktion werden im Stimulus ergänzende Fachinformationen bereitgestellt. Somit steht, der Definition des Kompetenzbegriffs von Weinert (2001) folgend, bei der Testung der aktive Umgang mit dem *Fachwissen* zum Lösen fachlicher Probleme im Vordergrund. Alle lösungsrelevanten Informationen werden in Form eines kurzen Textes und/oder in visualisierter Form (Graphiken, Fotografien, Diagramme, Illustrationen) präsentiert. An den Aufgabenstamm schließen sich mindestens ein bis maximal vier Items mit den konkreten Aufgabenstellungen an. Im naturwissenschaftlichen Teil des IQB-Bildungstrends 2018 wurden den Schülerinnen und Schülern in einem Rotationsdesign 118 Teilaufgaben (Items) im Fach Biologie, 134 Items im Fach Chemie und 134 Items im Fach Physik zur Bearbeitung vorgelegt (siehe Kapitel 13). Im Fach Biologie sind davon 60 Items dem Kompetenzbereich *Fachwissen* und 58 Items dem Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zuzuordnen. Im Fach Chemie wurden 67 Items zum Kompetenzbereich *Fachwissen* und 67 Items zum Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* eingesetzt. Im Fach Physik sind 70 Items dem Kompetenzbereich *Fachwissen* und 64 Items dem Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zuzuordnen.

Die Items werden in unterschiedlichen Formaten dargeboten. Bei geschlossenen Items kommen Multiple-Choice-Aufgaben zum Einsatz, bei denen eine einzige richtige Antwort aus vier Antwortalternativen durch Ankreuzen auszuwählen ist. Als weitere geschlossene Aufgabenformate wurden beispielsweise Sortieraufgaben eingesetzt, bei denen eine Reihe von Begriffen oder Sätzen in eine bestimmte Reihenfolge gebracht werden muss. Halboffene und offene Items erforderten eine frei formulierte Antwort, die bei halboffenen Items aus einem oder wenigen Worten (z. B. bei Lückentexten), Zahlenwerten (z. B. bei physikalische Berechnungen) oder Symbolen (z. B. bei Reaktionsschemata in der Chemie) besteht. Bei offenen Items wird von den Schülerinnen und Schülern eine ausführlichere, frei formulierte Antwort oder auch eine Skizze, Zeichnung beziehungsweise eine andere Form der graphischen Darstellung erwartet. Die frei formulierte Antwort kann zum Beispiel eine Beschreibung oder Erklärung eines Sachverhalts oder die Formulierung einer naturwissenschaftlichen Fragestellung beinhalten und mehrere Sätze umfassen. Im IQB-Bildungstrend 2018 wurden im Fach Biologie 59 geschlossene, 21 halboffene und 38 offene Items eingesetzt. Im Fach Chemie kamen 82 geschlossene, 28 halboffene und 24 offene Items zu Einsatz, im Fach Physik wurden 86 geschlossene, 26 halboffene und 22 offene Items verwendet. Die im IQB-Bildungstrend 2018 eingesetzten Aufgaben in den Fächern Biologie, Chemie und Physik sollen die naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Sekundarstufe I über das gesamte Leistungsspektrum abdecken.

Literatur

- Demuth, R., Ralle, B. & Parchmann, I. (2005). Basiskonzepte – eine Herausforderung an den Chemieunterricht. *Chemie Konkret – Forum für Unterricht und Didaktik*, 12, 55–60.
- Grube, C. & Mayer, J. (2010). Wissenschaftsmethodische Kompetenzen in der Sekundarstufe I: eine Untersuchung zur Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens. In

- U. Harms & I. Mackensen-Friedrichs (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Bd. 4), *Heterogenität erfassen – individuell fördern im Biologieunterricht* (S. 155–168). Innsbruck: Studien Verlag.
- Kattmann, U. (1997). Der Mensch in der Natur. Wahrnehmung der Doppellrolle des Menschen. *Ethik und Sozialwissenschaften*, 8, 123–131; 186–194.
- Kauertz, A., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E. & Walpuski, M. (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 135–153.
- KMK (2005a) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- KMK (2005b) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- KMK (2005c) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Handbuch der Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 177–186). Berlin: Springer.
- Mayer, J., Grube, C. & Möller, A. (2008). Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In U. Harms & A. Sandmann (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Bd. 3) (S. 63–79). Innsbruck: Studien Verlag.
- Pant, H. A., Stanat, P., Pöhlmann, C. & Böhme, K. (2013). Die Bildungsstandards im allgemeinbildenden Schulsystem. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 13–22). Münster: Waxmann.
- Walpuski, M., Kampa, N., Kauertz, A. & Wellnitz, N. (2008). Evaluation der Bildungsstandards in den Naturwissenschaften. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 61, 323–326.
- Weinert, F. E. (2001). *Leistungsmessungen in Schulen* (2. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Wellnitz, N., Fischer, H. E., Kauertz, A., Mayer, J., Neumann, I., Pant, H. A., Sumfleth, E. & Walpuski, M. (2012). Evaluation der Bildungsstandards – eine fächerübergreifende Testkonzeption für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 261–291.
- Wellnitz, N. & Mayer, J. (2012). Beobachten, Vergleichen und Experimentieren: Wege der Erkenntnisgewinnung. In U. Harms & F. X. Bogner (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Bd. 5) (S. 63–79). Innsbruck: StudienVerlag.

Kapitel 2

Kompetenzstufenmodelle für das Fach Mathematik und für die naturwissenschaftlichen Fächer

2.1 Das Kompetenzkonzept der Bildungsstandards und die Entwicklung von Kompetenzstufenmodellen

Hans Anand Pant, Katrin Böhme, Petra Stanat, Stefan Schipolowski und Olaf Köller

2.1.1 Das Kompetenzkonzept der Bildungsstandards

Bei Kompetenzen handelt es sich um theoretische Konstrukte, die nur mit Hilfe von geeigneten Messinstrumenten der Beobachtung zugänglich gemacht werden können (Köller, 2008). Das genaue theoretische Verständnis von Kompetenz ist dabei – je nach fachwissenschaftlicher Ausrichtung – durchaus unterschiedlich (für einen Überblick vgl. Klieme & Hartig, 2007). Den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK) liegt ein breit akzeptiertes und häufig verwendetes Konzept zugrunde, das Kompetenzen als Fähigkeiten und Fertigkeiten betrachtet, die sich in konkreten Anforderungssituationen als „Können“ manifestieren. Entsprechend werden die Kompetenzerwartungen der Bildungsstandards im Sinne von *Can-do-Statements* als Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler definiert, bestimmte Anforderungen bewältigen zu können, wie zum Beispiel:

„Die Schülerinnen und Schüler nutzen Funktionen als Mittel zur Beschreibung quantitativer Zusammenhänge, (...) lösen Gleichungen und lineare Gleichungssysteme kalkülmäßig bzw. algorithmisch, (...) [und] geben zu vorgegebenen Funktionen Sachsituationen an, die mit Hilfe dieser Funktion beschrieben werden können.“ (Leitidee *Funktionaler Zusammenhang* im Fach Mathematik; KMK, 2004, S. 11f.)

„Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Phänomene und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück, (...) stellen an einfachen Beispielen Hypothesen auf, (...) [und] beurteilen die Gültigkeit empirischer Ergebnisse und deren Verallgemeinerung.“ (Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik; KMK, 2005, S. 11).

Der handlungsorientierte Kompetenzbegriff der Bildungsstandards entspricht der Konzeption von Klieme und Leutner (2006). Sie definieren Kompetenzen als das Ergebnis von Bildungsprozessen und als „*kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen*, die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in einer bestimmten Domäne beziehen“ (Klieme & Leutner, 2006, S. 879; Hervorhebungen im Original). Kennzeichnend für dieses Kompetenzkonzept sind

- die Abgrenzung gegenüber Begabungskonzepten zugunsten einer Betonung der Erlernbarkeit und Förderbarkeit von Kompetenz,
- die Abgrenzung zu allgemeinen Fähigkeitskonstrukten wie etwa breiten Intelligenzfaktoren zugunsten einer engeren Definition des Expertisebereichs („kompetent wofür?“),
- der funktionale Handlungsbezug (*Can-do-Aussagen*),
- der Bezug auf Fähigkeiten, die situationsangemessen und in wechselnden Kontexten angewendet werden können, und
- die Fokussierung des kognitiven Aspekts, um das „Können“ getrennt von motivationalen (z.B. Fachinteresse) und affektiven (z.B. Leistungsangst) Einflussgrößen auf das Leistungsgeschehen zu betrachten.

2.1.2 Kompetenzstufenmodelle

Die oben dargelegte Definition beschreibt zunächst, was allgemein unter einer Kompetenz verstanden wird. Eine genauere theoretische Modellierung von Kompetenzen muss jedoch domänenspezifisch erfolgen, wobei die Aspekte der *Struktur* eines Kompetenzbereichs, der *Graduierung* einzelner Kompetenzen in Niveaus beziehungsweise Stufen und der *individuellen Entwicklung* von Kompetenzen im Zeitverlauf zu unterscheiden sind. Da die auf den Bildungsstandards basierenden Kompetenzmessungen primär für punktuelle Bestandsaufnahmen auf der Ebene des Systems (IQB-Bildungstrends) und auf der Ebene einzelner Schulen beziehungsweise Klassen (Vergleichsarbeiten) genutzt werden sollen, liegt der Fokus hier auf Fragen der Graduierung, wobei im Prozess der Aufgabenentwicklung auch Strukturaspekte berücksichtigt werden (Pant, Böhme & Köller, 2012). Die Modellierung individueller Verläufe, für die Entwicklungsmodelle erforderlich sind, ist für solche Bestandsaufnahmen dagegen weniger relevant.

Die Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards soll zu einem wichtigen Zeitpunkt des Bildungsverlaufs bilanzierende Aussagen über die Verteilung der von Schülerinnen und Schülern erreichten Kompetenzen in den Bildungssystemen der Länder treffen und zudem aufzeigen, wie sich diese Verteilungen über die Zeit verändern. Zu diesem Zweck werden theoretisch ausgearbeitete *Kompetenzstufenmodelle* benötigt. Kompetenzstufen- beziehungsweise Kompetenzniveaumodelle stellen dar, ab welcher in Stufen graduierten Ausprägung einer Kompetenz Schülerinnen und Schüler welche konkreten kognitiven Anforderungen bewältigen können (vgl. Klieme & Leutner, 2006). Die Modelle unterteilen also das kontinuierliche Fähigkeitsspektrum in Abschnitte. Die Beschreibung der Anforderungen, die auf den einzelnen Kompetenzstufen mit hoher Wahrscheinlichkeit bewältigt werden, basiert auf einer Analyse von Testaufgaben beziehungsweise items, die aufgrund ihrer empirisch bestimmten Schwierigkeit auf der Kompetenzskala derselben Stufe zuzuordnen sind. Es wird dabei bestimmt, welche kognitiven Operationen zur Bewältigung der Aufgabenstellungen jeweils erforderlich sind.

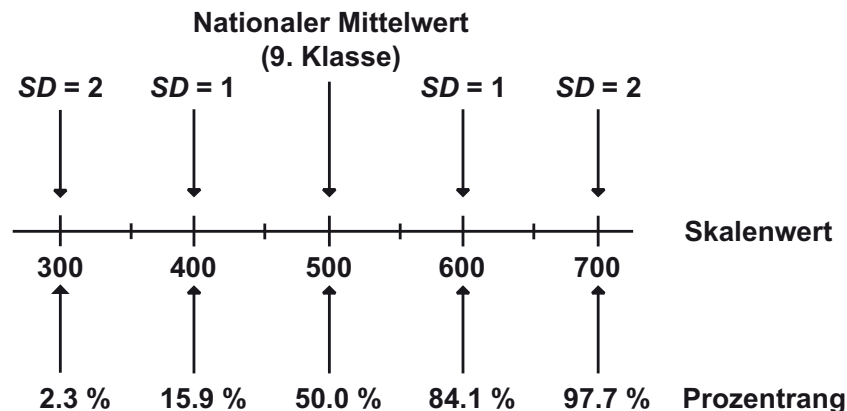
Die fachdidaktisch und lernpsychologisch begründeten Kompetenzstufenmodelle für die Fächer Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in der Sekundarstufe I werden in den Abschnitten 2.2 und 2.3 detailliert vorgestellt. Im Folgenden soll zunächst kurz das allgemeine, fächerübergreifende Vorgehen bei der Definition der Kompetenzstufen beschrieben werden.

Das Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) hat in den Jahren 2006/2007 für das Fach Mathematik und im Jahr 2011 für die Fächer Biologie, Chemie und Physik Kalibrierungs- beziehungsweise Normierungsstudien durchgeführt. Ziel der Studien, die mit repräsentativen Stichproben von Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufen 9 und 10 durchgeführt wurden, war es, anhand empirisch gewonnener Daten länderübergreifend gültige Skalen zu definieren, auf denen sich die von den Jugendlichen erreichten Kompetenzen und die Schwierigkeiten der jeweiligen (Teil-)Aufgaben verorten lassen. Diese bildeten wiederum den Ausgangspunkt für die Entwicklung von Kompetenzstufenmodellen zu den Bildungsstandards in den genannten Fächern. Auf dieser Grundlage wurde im Jahr 2012 der erste IQB-Ländervergleich zu mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen in der 9. Jahrgangsstufe durchgeführt (Pant, Stanat, Schroeders, Roppelt, Siegle & Pöhlmann, 2013). Im Rahmen dieser Studie wurden die Kompetenzskalen im Fach Mathematik (*Globalskala* sowie die Skalen zu den fünf mathematischen Leitideen; vgl. Kapitel 1.3) sowie die Skalen zu den untersuchten Kompetenzbereichen in den naturwissenschaftlichen Fächern so angepasst, dass sie in der Population der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler an allgemeinbildenden Schulen im Jahr 2012 einen Mittelwert von $M = 500$ Punkten und eine Streuung von $SD = 100$ Punkten aufweisen. Diese Skalenbildung entspricht den aus bisherigen IQB-Ländervergleichsstudien und IQB-Bildungstrends (vgl. bspw. Köller, Knigge & Tesch, 2010; Stanat, Pant, Böhme & Richter, 2012) und aus internationalen Studien wie PIRLS/IGLU¹ und PISA² bekannten Konventionen (vgl. bspw. Baumert et al., 2002; Bos et al., 2003).^{3,4} Die Berichtlegung im IQB-Bildungstrend 2018 basiert ebenfalls auf diesen Festlegungen, sodass die für das Jahr 2018 berichteten Ergebnisse auf derselben Metrik abgebildet werden wie die Ergebnisse des Jahres 2012.

Unter der idealtypischen Annahme, dass die Daten normalverteilt sind, ergeben sich bei dieser Skalendefinition die in Abbildung 2.1 dargestellten Zusammenhänge zwischen der Standardabweichung (SD) und den Prozenträngen. Für den Kompetenzmittelwert von $M = 500$ gilt theoretisch, dass die Kompetenzen von 50 Prozent der Schülerinnen und Schüler unter dem Mittelwert liegen und die Kompetenzen von 50 Prozent der Schülerinnen und Schüler darüber. Bei einem Wert von 600 Punkten (Mittelwert plus eine Standardabweichung) liegen die Leistungen von rund 84 Prozent der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler darunter und lediglich 16 Prozent erreichen einen noch höheren Wert. Umgekehrt gilt für einen Kompetenzwert von 400 Punkten (Mittelwert minus eine Standardabweichung), dass ihn lediglich rund 16 Prozent der Schülerschaft unterschreiten.

- 1 Das Akronym PIRLS steht für *Progress in International Reading Literacy Study*; im deutschen Sprachraum wird diese Studie im Allgemeinen als *Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung* (IGLU) bezeichnet.
- 2 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.
- 3 Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich – ungeachtet der rein numerisch gleichen Skalenfestlegung – die Testergebnisse aus verschiedenen Untersuchungen nicht direkt miteinander vergleichen lassen. Ein Mittelwert von 500 Kompetenzpunkten für Land X im Mathematiktest des IQB-Bildungstrends bedeutet also nicht das Gleiche wie ein Mittelwert von 500 Punkten für Land Y im PISA-Mathematiktest. Um die Ergebnisse von unterschiedlichen Testverfahren miteinander vergleichen zu können, bedarf es zuvor einer inhaltlichen und statistischen Überprüfung der Äquivalenz (vgl. Böhme et al., 2014; Ehmke, Köller & Stanat, 2017; Hartig & Frey, 2012).
- 4 Die im Rahmen des IQB-Ländervergleichs 2012 getroffenen Skalenfestlegungen wichen von der Metrik der vor dem Jahr 2012 veröffentlichten Kompetenzstufenmodelle des IQB ab. Daher wurden bereits für die Berechnungen zum IQB-Ländervergleich 2012 rein nominelle Anpassungen der Stufengrenzen vorgenommen, um sicherzustellen, dass die inhaltliche Bedeutung der Stufen unverändert bleibt. Die für den IQB-Ländervergleich 2012 angepassten Stufengrenzen werden auch im IQB-Bildungstrend 2018 verwendet.

Abbildung 2.1: Kontinuierliche Kompetenzskala ($M = 500$ und $SD = 100$) mit Prozenträngen unter der Annahme einer Normalverteilung



Für die Interpretation von Skalenwerten ist es wichtig, dass sich auch die Aufgaben beziehungsweise Teilaufgaben (Items) mit ihrer Schwierigkeit auf dieser Skala abbilden lassen. Sehr leichte Items liegen bei Schwierigkeitswerten von 400 Punkten und geringer, sehr schwierige Items bei Werten von 600 Punkten und höher. Hat ein Item zum Beispiel eine Schwierigkeit von exakt 600 Punkten, so bedeutet dies, dass Schülerinnen und Schüler mit einer Fähigkeit von 600 und mehr Punkten dieses Item mit einer hinreichenden Wahrscheinlichkeit lösen.⁵ Schülerinnen und Schüler mit einem Fähigkeitswert unter 600 Punkten lösen das Item mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit.

Die Möglichkeit, die Fähigkeit von Personen und die Schwierigkeit von Items auf einer gemeinsamen Skala verorten zu können, macht man sich bei der Definition von Kompetenzstufen zunutze. So kann ein Item, das beispielsweise einen Schwierigkeitswert von 600 Punkten aufweist, im Hinblick darauf analysiert werden, welche kognitiven Operationen zu seiner Lösung erforderlich sind. Dies wiederum lässt den Rückschluss zu, dass Schülerinnen und Schüler, die einen Skalenwert von 600 Punkten oder höher erreicht haben, die zur Lösung dieses Items erforderlichen Operationen beherrschen. Erweitert man diese Idee, so kann man viele Items nach ihrer Schwierigkeit ordnen und Punktwerte (Grenzen) auf der Skala definieren, bei denen sich die Items hinsichtlich ihrer kognitiven Anforderungen qualitativ verändern, also in inhaltlich beschreibbarer Weise komplexer werden. Dieses Vorgehen wird als *Standard-Setting* bezeichnet (Cizek & Bunch, 2007). Ein Standard-Setting zielt somit auf die Festlegung von Schwellenwerten (*Cut-Scores*) ab, die eine Kompetenzskala in sukzessive Teilbereiche – so genannte Kompetenzstufen oder Kompetenzniveaus – einteilen (Pant, Tiffin-Richards & Köller, 2010).

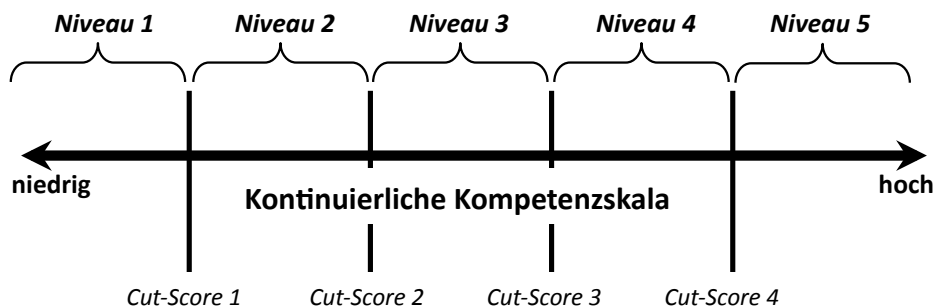
Abbildung 2.2 zeigt schematisch, dass beim Standard-Setting auf dem Kontinuum der Kompetenzskala durch Cut-Scores festgelegt wird, wo sich jeweils Übergänge zwischen Aufgabengruppen befinden, die abgrenzbare Anforderungen beinhalten und zu deren Bewältigung zunehmend komplexe kognitive Fähigkeiten erforderlich sind. Die inhaltliche Beschreibung der Kompetenzniveaus erfolgt dann anhand der entsprechenden Fähigkeiten (sog. Kompetenzstufendescriptoren), um zu verdeutlichen, über welche konkreten

5 „Hinreichende Wahrscheinlichkeit“ bedeutet hier, dass die Lösungswahrscheinlichkeit bei $p = .625$ bzw. 62.5 Prozent liegt (vgl. Köller et al., 2010). Diese Definition orientiert sich an den PISA-Studien (vgl. Frey, Carstensen, Walter, Rönnebeck & Gomolka, 2008).

Kompetenzen Schülerinnen und Schüler auf den jeweiligen Stufen verfügen (z. B. „Auf Kompetenzstufe II können Schülerinnen und Schülern einzelne Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung identifizieren sowie einfache Modelle nutzen ...“).

In die vom IQB durchgeführten Standard-Setting-Verfahren zu den Kompetenzstufenmodellen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik wurden Expertinnen und Experten aus der Fachdidaktik, Testentwicklung, Schulpraxis und Bildungsadministration einbezogen, die anhand der empirischen Daten zur Aufgabenschwierigkeit aus den oben genannten Kalibrierungs- beziehungsweise Normierungsstudien die Stufengrenzen festlegten.

Abbildung 2.2: Schematische Darstellung der in einem Standard-Setting festgelegten Stufengrenzen



2.1.3 Die Verknüpfung von Kompetenzstufen mit normativen Erwartungen

Bei Bildungsstandards handelt es sich um normativ gesetzte Kompetenzerwartungen. Abweichend von den Empfehlungen der sogenannten Klieme-Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards (Klieme et al., 2003) hat die KMK in ihren Beschlüssen keine *Mindeststandards*, sondern *Regelstandards* definiert. Die Bildungsstandards legen also Kompetenzerwartungen fest, die Schülerinnen und Schüler zum Ende der Sekundarstufe I „in der Regel“ beziehungsweise „im Mittel“ erfüllen sollten. Entsprechend war bei der Erarbeitung der Kompetenzstufenmodelle unter anderem festzulegen, ab welchem Niveau die Vorgaben der jeweiligen Regelstandards erreicht sind. Darüber hinaus sollten die Kompetenzstufenmodelle im Sinne der von Klieme und Kollegen (2003) geforderten Differenzierung weitere Niveaus definieren, um auch das Erreichen von Mindest- und Optimalstandards bestimmen zu können. Entsprechend wurden für die Kompetenzstufenmodelle in der Sekundarstufe I fünf bis sechs Kompetenzstufen festgelegt, wobei je nach angestrebtem Schulabschluss die Kompetenzstufe II oder III als Regelstandard interpretiert wird (siehe Abschnitt 2.1.5). Ferner wurden die folgenden inhaltlichen Definitionen vorgenommen (vgl. Köller, 2010):

- *Mindeststandards* beziehen sich auf ein definiertes Minimum an Kompetenzen, das alle Schülerinnen und Schüler bis zu einem bestimmten Bildungsabschnitt erreicht haben sollten. Dieses Minimum unterschreitet die in den Publikationen der KMK festgelegten Kompetenzerwartungen der Regelstandards.
- *Regelstandards* beziehen sich auf Kompetenzen, die im Durchschnitt von den Schülerinnen und Schülern bis zu einem bestimmten Bildungsabschnitt er-

reicht werden sollen und den Veröffentlichungen der KMK-Bildungsstandards entsprechen.

- Als *Regelstandard plus* wird ein Leistungsbereich definiert, der über den Regelstandards liegt und als Zielperspektive für die Weiterentwicklung von Unterricht angesehen werden kann.
- *Optimalstandards* beziehen sich auf Kompetenzerwartungen, die bei sehr guten oder ausgezeichneten individuellen Lernvoraussetzungen und der Bereitstellung gelingender Lerngelegenheiten innerhalb und außerhalb der Schule erreicht werden können und die bei Weitem die Erwartungen der KMK-Bildungsstandards übertreffen.

Neben den genannten Kriterien müssen Festlegungen von Kompetenzstufen sowohl bildungspolitischen Erwartungen als auch pädagogischen Erfordernissen entsprechen. Kompetenzstufenmodelle sollten in dieser Hinsicht (vgl. Köller, 2010):

- herausfordernde und zugleich angemessene Leistungserwartungen konkretisieren, die der Leistungsstreuung innerhalb und zwischen den Ländern in angemessener Weise Rechnung tragen,
- trotz der zu erwartenden unterschiedlich hohen Anteile von Schülerinnen und Schülern, die den Regelanforderungen nicht entsprechen, für alle Länder ein Kompetenzminimum beschreiben, das von *allen* Schülerinnen und Schülern, die einen bestimmten Abschluss anstreben, mittelfristig erreicht werden soll (*Mindeststandard*),
- motivierende Kompetenzerwartungen formulieren, die Entwicklungsimpulse an den Schulen auslösen; hierfür dient insbesondere der *Regelstandard plus*,
- anschlussfähig an internationale Vorarbeiten, für die Sekundarstufe I vor allem aus PISA, sein,
- ungefähr gleich breite Kompetenzstufen zur einheitlichen, über mehrere Erhebungswellen hinweg stabilen kriterialen Kompetenzbeschreibung definieren sowie
- fachdidaktisch gut interpretierbare und vertretbare Grenzen zwischen den Kompetenzstufen aufweisen.

Diese inhaltlichen, bildungspolitischen und pädagogischen Anforderungen gelten für alle Kompetenzstufenmodelle des IQB.

2.1.4 Integriertes Kompetenzstufenmodell für den Hauptschulabschluss und den Mittleren Schulabschluss im Fach Mathematik

Im Fach Mathematik liegen in der Sekundarstufe I sowohl Bildungsstandards für den Hauptschulabschluss (HSA) als auch für den Mittleren Schulabschluss (MSA) vor. Dementsprechend wurden durch das IQB zunächst zwei fünfstufige Kompetenzstufenmodelle mit Bezug zum jeweiligen Abschluss entwickelt und von der KMK im Jahr 2008 (MSA) beziehungsweise im Jahr 2009 (HSA) zustimmend zur Kenntnis genommen. Aufgrund struktureller Veränderungen in den Schulsystemen der Länder ist es jedoch zunehmend schwieriger geworden, die Schülerpopulationen, die den HSA beziehungsweise den MSA anstreben, voneinander abzugrenzen; so existiert die Hauptschule als Schulart in vielen Ländern nicht mehr und es haben sich Schularten etabliert, die mehrere Bildungsgänge anbieten. Hinzu kommt, dass es in Bildungsgängen, die zum HSA führen, häufig

möglich ist, anschließend auch noch den MSA zu erwerben, der zunehmend als Regelabschluss betrachtet wird.

Um diesen schulstrukturellen Entwicklungen im Rahmen des Bildungsmonitorings Rechnung zu tragen, entwickelte das IQB bereits im Vorfeld des IQB-Ländervergleichs 2012 die beiden getrennten Modelle für den HSA und den MSA im Fach Mathematik zu einem integrierten Modell weiter, das es erlaubt, die Kompetenzen *aller* Schülerinnen und Schüler in Bildungsgängen, die mindestens zum HSA beziehungsweise zum MSA führen (einschließlich des gymnasialen Bildungsgangs), auf einer gemeinsamen Skala abzubilden. Das integrierte Kompetenzstufenmodell im Fach Mathematik wurde von der KMK im Jahr 2011 zustimmend zur Kenntnis genommen und umfasst sechs Stufen, wobei die Mindeststandards, Regelstandards, Regelstandards plus und Optimalstandards für die HSA- und die MSA-Population jeweils um eine Stufe versetzt sind. So kennzeichnet Stufe II das Erreichen des Regelstandards für den HSA, während der Regelstandard für den MSA erst auf Kompetenzstufe III erreicht ist (vgl. Kapitel 2.2).

Bei der Interpretation der Kompetenzstufenverteilungen ist zu berücksichtigen, dass der Anteil der Jugendlichen in der Sekundarstufe I, die entweder den HSA oder den MSA anstreben, zwischen den Ländern variiert. So wäre das Ergebnis, dass 20 Prozent der den Mittleren oder einen höheren Schulabschluss anstrebenden Schülerinnen und Schüler den Mindeststandard für den MSA verfehlen, in einem Land mit einer MSA-Population von 86 Prozent anders zu bewerten als in einem Land mit einer MSA-Population von 71 Prozent. Diese Einschränkung gilt jedoch nicht, wenn die HSA- und MSA-Populationen zusammengefasst und die Gesamtverteilungen auf einem gemeinsamen Kompetenzstufenmodell berichtet werden. Länderunterschiede in den Anteilen auf den einzelnen Kompetenzstufen lassen sich auf diese Weise sinnvoller interpretieren. So können vergleichende Aussagen darüber getroffen werden, inwieweit die Population aller Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in den einzelnen Ländern die Bildungsstandards für den HSA und den MSA jeweils *insgesamt* erreicht. Die Vergleichbarkeit wird hierbei lediglich durch Abweichungen im Anteil der Schülerinnen und Schüler, die zieldifferent unterrichtet und daher aus den Analysen ausgeschlossen werden, in geringem Maße eingeschränkt (vgl. Kapitel 4). Eine mit dieser Darstellung verbundene Konsequenz besteht allerdings darin, dass der Abschlussbezug der Ergebnisse nur noch bedingt zum Tragen kommt. Wird etwa für ein Land berichtet, dass 65 Prozent aller Neuntklässlerinnen und Neuntklässler den Regelstandard für den MSA verfehlen, so umfasst dies auch Schülerinnen und Schüler, die zum aktuellen Zeitpunkt lediglich den HSA anstreben und für die der MSA-Regelstandard demnach gar nicht gilt, auch wenn damit zu rechnen ist, dass ein Teil der HSA-Population den MSA zu einem späteren Zeitpunkt nachholen wird.

Aus den vorgenannten Gründen werden die Ergebnisse zum Erreichen der Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Gesamtpopulation aller Neuntklässlerinnen und Neuntklässler dargestellt (vgl. Kapitel 5.1). Um der Entwicklung Rechnung zu tragen, dass sich der MSA zunehmend zum Regelabschluss entwickelt, wird bei der Interpretation der Kompetenzstufenverteilungen im Fach Mathematik der Fokus auf die Frage gelegt, inwieweit in der Gesamtpopulation die Bildungsstandards für den MSA erreicht werden.

In den naturwissenschaftlichen Fächern liegen hingegen – anders als im Fach Mathematik – nur Bildungsstandards für den MSA vor. Daher erfolgt die Darstellung der Ergebnisse zum Erreichen der Bildungsstandards in den Fächern

Biologie, Chemie und Physik ausschließlich für die Teilpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die mindestens den MSA anstreben (vgl. Kapitel 5.2). Dies hat den Vorteil, dass der Abschlussbezug der Ergebnisse erhalten bleibt, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den MSA anstreben, zwischen den Ländern variiert. Eine Übersicht zu den von Jugendlichen in den einzelnen Ländern erreichten allgemeinbildenden Schulabschlüssen findet sich in Kapitel 4.

Nach diesen Erläuterungen folgt in den nächsten beiden Kapiteln eine genauere Beschreibung der fachspezifischen Kompetenzstufenmodelle, die vom IQB in enger Zusammenarbeit mit fachdidaktischen Kooperationspartnern konstruiert worden sind und die Grundlage für den IQB-Bildungstrend 2018 bilden.

Literatur

- Baumert, J., Artelt, C., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Tillmann, K.-J. & Weiß, M. (Hrsg.). (2002). *PISA 2000 – die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Böhme, K., Richter, D., Weirich, S., Haag, N., Wendt, H., Bos, W., Pant, H. A. & Stanat, P. (2014). Messen wir dasselbe? Zur Vergleichbarkeit des IQB-Ländervergleichs 2011 mit den internationalen Studien IGLU und TIMSS 2011. *Unterrichtswissenschaft*, 42 (4), 342–365.
- Bos, W., Lankes, E.-M., Prenzel, M., Schwippert, K., Valtin, R. & Walther, G. (2003). *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Cizek, G. J. & Bunch, M. B. (2007). *Standard setting: A guide to establishing and evaluating performance standards on tests*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ehmke, T., Köller, O. & Stanat, P. (2017). Äquivalenz der Erfassung mathematischer Kompetenzen in PISA 2012 und im IQB-Ländervergleich 2012. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20, 37–59.
- Frey, A., Carstensen, C. H., Walter, O., Rönnebeck, S. & Gomolka, J. (2008). Methodische Grundlagen des Ländervergleichs. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006 in Deutschland: Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich* (S. 375–397). Münster: Waxmann.
- Hartig, J. & Frey, A. (2012). Konstruktvalidierung und Skalenbeschreibung in der Kompetenzdiagnostik durch die Vorhersage von Aufgabenschwierigkeiten. *Psychologische Rundschau*, 63, 43–49.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – Expertise*. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Klieme, E. & Hartig, J. (2007). Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In M. Prenzel, I. Gogolin & H.-H. Krüger (Hrsg.), *Kompetenzdiagnostik* (S. 11–29). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52, 876–903.
- KMK (2004) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 4.12.2003*. München: Luchterhand.
- KMK (2005) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Köller, O. (2008). Bildungsstandards – Verfahren und Kriterien bei der Entwicklung von Messinstrumenten. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 163–173.

- Köller, O. (2010). Politische und inhaltliche Rahmenbedingungen bei der Setzung von Kompetenzstufen. In O. Köller, M. Knigge & B. Tesch (Hrsg.), *Sprachliche Kompetenzen im Ländervergleich* (S. 35–37). Münster: Waxmann.
- Köller, O., Knigge, M. & Tesch, B. (2010). *Sprachliche Kompetenzen im Ländervergleich*. Münster: Waxmann.
- Pant, H. A., Böhme, K. & Köller, O. (2012). Das Kompetenzkonzept der Bildungsstandards und die Entwicklung von Kompetenzstufenmodellen. In P. Stanat, H. A. Pant, K. Böhme & D. Richter (Hrsg.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik* (S. 49–55). Münster: Waxmann.
- Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (Hrsg.). (2013). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann.
- Pant, H. A., Tiffin-Richards, S. P. & Köller, O. (2010). Standard-Setting für Kompetenztests im Large-Scale-Assessment. Projekt Standardsetting. In E. Klieme, D. Leutner & M. Kenk (Hrsg.), *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes* (S. 175–188). Weinheim: Beltz.
- Stanat, P., Pant, H. A., Böhme, K. & Richter, D. (Hrsg.). (2012). *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011*. Münster: Waxmann.

2.2 Kompetenzstufenmodelle für das Fach Mathematik

Werner Blum, Alexander Roppelt und Marcel Müller

Für die Bildungsstandards im Fach Mathematik am Ende der Sekundarstufe I liegen ein Kompetenzstufenmodell für das Fach insgesamt (*Globalskala*) sowie feiner differenzierte Stufenbeschreibungen für die fünf inhaltlichen Kompetenzbereiche (Leitideen) vor. Das im Folgenden beschriebene Kompetenzstufenmodell mit seinen Ausdifferenzierungen gilt gemeinsam für den Hauptschulabschluss (HSA) und den Mittleren Schulabschluss (MSA). Es ist aus den ursprünglich getrennten Modellen für den HSA und den MSA hervorgegangen, die bereits im Jahr 2008 (MSA) beziehungsweise im Jahr 2009 (HSA) von der Kultusministerkonferenz (KMK) verabschiedet worden waren (vgl. auch Kapitel 2.1). Diesen beiden Modellen lag eine große Zahl gemeinsamer Aufgaben zugrunde. Demgemäß wurden bei den Beschreibungen der Stufen viele ähnliche Formulierungen verwendet, wobei die Stufen im MSA-Modell gegenüber den entsprechenden Stufen im HSA-Modell systematisch nach oben verschoben waren. Aufgrund ihrer Ähnlichkeiten ließen sich die beiden Modelle zum hier beschriebenen gemeinsamen Kompetenzstufenmodell für den HSA und den MSA integrieren. Die entsprechenden Festlegungen zu den Kompetenzstufengrenzen sind in Tabelle 2.1 zu finden.

Im Folgenden werden die einzelnen Stufen des integrierten Modells genauer beschrieben, indem typische Anforderungen dargestellt werden, die die Aufgaben auf der jeweiligen Stufe zu ihrer Lösung verlangen. Dabei werden die Stufen zuerst über die fünf Leitideen hinweg charakterisiert (*Globalskala*, Abschnitt 2.2.1) sowie anschließend mit stärkerem Fokus auf die Inhalte getrennt nach den einzelnen Leitideen (Abschnitte 2.2.2–2.2.7). Beispielaufgaben zur Illustration der einzelnen Kompetenzstufen finden sich in den Abbildungen 2.3 bis 2.5.

Tabelle 2.1: Kompetenzstufengrenzen und Standards des integrierten Kompetenzstufenmodells für den Mittleren Schulabschluss und den Hauptschulabschluss im Fach Mathematik

Kompetenzstufen	Punktwerte	Standards Mittlerer Schulabschluss	Standards Hauptschulabschluss
V	675 und darüber	Optimalstandard	
IV	595 bis 674	Regelstandard plus	Optimalstandard
III	515 bis 594	Regelstandard	Regelstandard plus
II	435 bis 514	Mindeststandard	Regelstandard
I.b	355 bis 434		Mindeststandard
I.a	unter 355		

2.2.1 Globalskala

Kompetenzstufe I.a (Punktwerte unter 355)

Schülerinnen und Schüler am oberen Ende dieser Kompetenzstufe können aus sehr kurzen mathemathikhaltigen Texten oder bekannten Darstellungen einzelne Informationen entnehmen und einschrittige Rechenoperationen mit natürlichen Zahlen oder mit entsprechenden Größen (z.B. Längen) durchführen. Sie können einfache ebene oder räumliche Objekte (z.B. Quadrat, Rechteck oder Würfel) benennen und skizzieren sowie deren Maße ausrechnen, sofern sie ganzzahlig sind. Weiterhin können sie Trefferchancen bei einfachen vertrauten Zufallsexperimenten (z.B. beim Ziehen aus einer Urne) nach Größe vergleichen. Die beherrschten mathematischen Tätigkeiten auf dieser Stufe beschränken sich durchweg auf gut bekannte Routineverfahren, während Argumentationen und Begründungen noch nicht bewältigt werden.

Insgesamt gehen die Kompetenzen auf dieser Stufe nicht über solche hinaus, die bereits in der Grundschule gefordert waren. Schülerinnen und Schüler auf dieser Stufe verfehlen selbst die Mindestanforderungen für den HSA. Sie werden vermutlich nicht in der Lage sein, selbst einfache mathemathikhaltige Situationen in Alltag und Beruf zu bewältigen (z.B. einen „Dreisatzschluss“ durchzuführen oder einen Prozentwert zu berechnen).

Kompetenzstufe I.b (Punktwerte von 355 bis 434)



Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe können direkt erkennbare Standardmodelle in vertrauten Realkontexten anwenden (z.B. ein Proportionalmodell für „Dreisatzschlüsse“) und aus überschaubaren Texten einzelne Informationen entnehmen. Sie können einfache Prozentwerte berechnen, mit einfachen Termen mit einer Variablen rechnen und Werte in einfache Formeln einsetzen (z.B. vom Typ $a = b \cdot c$). Die Schülerinnen und Schüler können direkte Beziehungen zwischen einfachen Polyedern (wie Quadern) und deren Netzen herstellen sowie Wahrscheinlichkeiten für Elementarereignisse bei vertrauten Zufallsexperimenten (z.B. Würfeln oder Lose ziehen) berechnen. Weiterhin können sie vorgegebene Standardargumentationen nachvollziehen.

Die Kompetenzen auf dieser Stufe sollten typischerweise bis etwa zum siebten Schuljahr des Hauptschulbildungsganges erreicht werden. Dies bedeutet, dass auf dieser Stufe nun auch einige basale Bereiche der Hauptschulmathematik beherrscht werden. Man kann hier von einem *Mindeststandard* für den HSA sprechen, den jede Schülerin und jeder Schüler dieses Bildungsganges erreichen sollte. Allerdings besteht auch für diese Schülerinnen und Schüler noch die Gefahr, dass sie in typischen mathemathikhaltigen schulischen, alltäglichen oder beruflichen Situationen nicht ohne Hilfe zurechtkommen.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 435 bis 514)

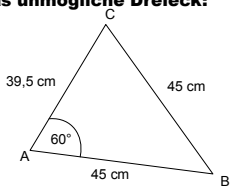
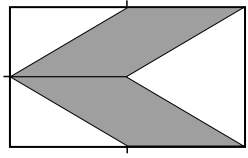
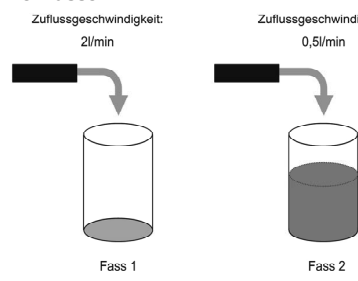
Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe können einfache Aufgaben mit bekannten Verfahren lösen (z.B. die Grundaufgaben der Prozentrechnung) und wenigschrittige Operationen mit einfachem Zahlenmaterial (auch im Realkontext) durchführen. Sie können Beziehungen zwischen Mathematik und Realität herstellen, denen lineare Modelle zugrunde liegen. Diese Schülerinnen und Schüler sind ferner in der Lage, einfache geometrische Konstruktionen durchzuführen (wie das Zeichnen von Drei- und Vierecken) und Winkelgrößen

Abbildung 2.3: Beispielaufgaben auf der Kompetenzstufenskala Mathematik (1)

V	675	705	Stadion 2: Ein Fußballstadion hat 14 600 Plätze, davon sind 5 300 Sitzplätze und 9 300 Stehplätze. Ein Sitzplatz kostet 14,00 € und ein Stehplatz 5,00 €.
			Welche Belegungen des Stadions ergeben eine Einnahme von 100 000,- €? Es gibt mehrere Möglichkeiten. Gib zwei davon konkret an. Schreib auf, wie du zu diesen Ergebnissen gekommen bist.
IV	595	645	Tankanzeige: Der Tank des Autos von Herrn Müller fasst laut Hersteller maximal 55 Liter. An der Tankanzeige erkennt man den aktuellen Füllstand:
			Die nächste Tankstelle ist 60 km entfernt. Kann Herr Müller bei einem durchschnittlichen Benzinverbrauch von 7,5 Liter pro 100 km noch bis zu dieser Tankstelle fahren? Begründe deine Antwort.
III	535	535	Tiefgarage 1: Die Rampe zu einer Tiefgarage hat eine Ausladung (siehe Bild) von 15 m. Der Boden der Tiefgarage liegt 2,90 m tiefer als der Zufahrtsweg.
			Welche Länge hat die Rampe? Kreuze die Zahl an, die deiner Berechnung am nächsten kommt.
II	515	515	Zapfsäule 1:  Wie viel erhält der Staat bei der dargestellten Tankfüllung an Steuern? Kreuze die richtige Antwort an.
			Eine Tankstelle informiert mit dem Aufkleber „Je Euro 73 Cent Steuern“ über die Steuerbelastung beim Benzinpreis.
I.b	435	425	Blitz und Donner: Bei einem Gewitter kann man über die Zeit, die zwischen Blitz und Donner vergeht, die Entfernung des Gewitters berechnen. Bei einem Herbstgewitter liegen zwischen Blitz und Donner 6 Sekunden.
			Wie weit ist das Gewitter ungefähr entfernt, wenn der Schall pro Sekunde ca. 0,3 km zurücklegt? Kreuze die richtige Lösung an.
I.a	355	335	Rechteck: Ein Rechteck ist 4 cm lang und 3 cm breit. Wie groß ist sein Flächeninhalt? Kreuze an.
			 (Zeichnung nicht maßgetreu)

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Abbildung 2.4: Beispielaufgaben auf der Kompetenzstufenskala Mathematik (2)

V	775	Das unmögliche Dreieck:  <p>Begründe, warum es kein Dreieck mit diesen Maßen geben kann.</p>												
	675	Parallelogramm:  <p>In einem Rechteck wurden drei Seitenmitten markiert und zwei Parallelogramme eingezeichnet (siehe Bild). Welcher Bruchteil des Rechtecks ist dunkel gefärbt? Schreibe auf, wie du zu deinem Ergebnis gekommen bist.</p>												
IV	645	Zwei Fässer 1:  <p>Jedes der beiden dargestellten Fässer fasst genau 100 l. Sie werden mit Wasser gefüllt. Zu Beginn des Füllvorgangs enthält Fass 2 bereits 60 l. Fass 1 wird mit 2 l/min gleichmäßig gefüllt, Fass 2 mit 0,5 l/min.</p> <p>Stimmt es, dass Fass 2 zuerst überläuft? Schreibe auf, wie du zu deiner Entscheidung gekommen bist.</p>												
	595	Brüche vergleichen: Welcher der beiden Brüche $\frac{2}{5}$ und $\frac{4}{7}$ ist kleiner? Kreuze die Antwort mit der richtigen Begründung an. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist kleiner als $\frac{4}{7}$, weil der Zähler von $\frac{2}{5}$ kleiner ist als der Zähler von $\frac{4}{7}$. <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist kleiner als $\frac{4}{7}$, weil 2 von 5 Teilen weniger als die Hälfte ist und 4 von 7 Teilen mehr als die Hälfte. <input type="checkbox"/> $\frac{4}{7}$ ist kleiner als $\frac{2}{5}$, weil der Nenner von $\frac{4}{7}$ größer ist als der Nenner von $\frac{2}{5}$. <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist größer als $\frac{4}{7}$, weil der Zähler bei $\frac{2}{5}$ nur durch 5 und nicht durch 7 geteilt wird. 												
III	585	Brüche vergleichen: Welcher der beiden Brüche $\frac{2}{5}$ und $\frac{4}{7}$ ist kleiner? Kreuze die Antwort mit der richtigen Begründung an. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist kleiner als $\frac{4}{7}$, weil der Zähler von $\frac{2}{5}$ kleiner ist als der Zähler von $\frac{4}{7}$. <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist kleiner als $\frac{4}{7}$, weil 2 von 5 Teilen weniger als die Hälfte ist und 4 von 7 Teilen mehr als die Hälfte. <input type="checkbox"/> $\frac{4}{7}$ ist kleiner als $\frac{2}{5}$, weil der Nenner von $\frac{4}{7}$ größer ist als der Nenner von $\frac{2}{5}$. <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist größer als $\frac{4}{7}$, weil der Zähler bei $\frac{2}{5}$ nur durch 5 und nicht durch 7 geteilt wird. 												
	515	Brüche vergleichen: Welcher der beiden Brüche $\frac{2}{5}$ und $\frac{4}{7}$ ist kleiner? Kreuze die Antwort mit der richtigen Begründung an. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist kleiner als $\frac{4}{7}$, weil der Zähler von $\frac{2}{5}$ kleiner ist als der Zähler von $\frac{4}{7}$. <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist kleiner als $\frac{4}{7}$, weil 2 von 5 Teilen weniger als die Hälfte ist und 4 von 7 Teilen mehr als die Hälfte. <input type="checkbox"/> $\frac{4}{7}$ ist kleiner als $\frac{2}{5}$, weil der Nenner von $\frac{4}{7}$ größer ist als der Nenner von $\frac{2}{5}$. <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist größer als $\frac{4}{7}$, weil der Zähler bei $\frac{2}{5}$ nur durch 5 und nicht durch 7 geteilt wird. 												
II	495	Brüche vergleichen: Welcher der beiden Brüche $\frac{2}{5}$ und $\frac{4}{7}$ ist kleiner? Kreuze die Antwort mit der richtigen Begründung an. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist kleiner als $\frac{4}{7}$, weil der Zähler von $\frac{2}{5}$ kleiner ist als der Zähler von $\frac{4}{7}$. <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist kleiner als $\frac{4}{7}$, weil 2 von 5 Teilen weniger als die Hälfte ist und 4 von 7 Teilen mehr als die Hälfte. <input type="checkbox"/> $\frac{4}{7}$ ist kleiner als $\frac{2}{5}$, weil der Nenner von $\frac{4}{7}$ größer ist als der Nenner von $\frac{2}{5}$. <input type="checkbox"/> $\frac{2}{5}$ ist größer als $\frac{4}{7}$, weil der Zähler bei $\frac{2}{5}$ nur durch 5 und nicht durch 7 geteilt wird. 												
	435	Dreieckswinkel 1: Tim ist sich sicher, dass der gesuchte Winkel β eine Größe von 60° hat. Was meinst du dazu? Kreuze die richtige Antwort an. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Die Frage kann ohne weitere Angaben zu den Seitenlängen des Dreiecks nicht beantwortet werden, da das Dreieck durch die Angabe der Winkel α und γ nicht eindeutig bestimmt ist. <input type="checkbox"/> Da die Innenwinkelsumme in einem Dreieck immer 180° beträgt, gilt $\beta = 180^\circ - (60^\circ + 60^\circ) = 60^\circ$. <input type="checkbox"/> $\beta = 60^\circ$, da nach dem Satz des Pythagoras gilt: $\alpha^2 + \beta^2 = \gamma^2$. <input type="checkbox"/> Wegen $\alpha = \gamma$ ist das Dreieck gleichschenkelig, mit \overline{AC} als Basis. Deshalb ist β kleiner als α und γ, ungefähr 50°. 												
I.b	395	Dreieckswinkel 1: Tim ist sich sicher, dass der gesuchte Winkel β eine Größe von 60° hat. Was meinst du dazu? Kreuze die richtige Antwort an. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Die Frage kann ohne weitere Angaben zu den Seitenlängen des Dreiecks nicht beantwortet werden, da das Dreieck durch die Angabe der Winkel α und γ nicht eindeutig bestimmt ist. <input type="checkbox"/> Da die Innenwinkelsumme in einem Dreieck immer 180° beträgt, gilt $\beta = 180^\circ - (60^\circ + 60^\circ) = 60^\circ$. <input type="checkbox"/> $\beta = 60^\circ$, da nach dem Satz des Pythagoras gilt: $\alpha^2 + \beta^2 = \gamma^2$. <input type="checkbox"/> Wegen $\alpha = \gamma$ ist das Dreieck gleichschenkelig, mit \overline{AC} als Basis. Deshalb ist β kleiner als α und γ, ungefähr 50°. 												
	355	Rapido: Aus der Preistabelle des Paketdienstes „Rapido“ kann man zu jedem Paketgewicht den zugehörigen Preis ablesen: <table border="1" data-bbox="494 1792 742 2004"> <tr> <td>Bis 1 kg</td> <td>3,50 €</td> </tr> <tr> <td>Über 1 kg bis 2 kg</td> <td>4,00 €</td> </tr> <tr> <td>Über 2 kg bis 3 kg</td> <td>4,50 €</td> </tr> <tr> <td>Über 3 kg bis 5 kg</td> <td>5,00 €</td> </tr> <tr> <td>Über 5 kg bis 8 kg</td> <td>5,50 €</td> </tr> <tr> <td>Über 8 kg bis 10 kg</td> <td>6,00 €</td> </tr> </table> Beantworte mit Hilfe der Tabelle folgende Frage: Wie viel kostet ein Paket, das 9 kg wiegt? Kreuze die richtige Lösung an. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 5,50 € <input type="checkbox"/> 9,00 € <input type="checkbox"/> 6,00 € <input type="checkbox"/> 13,50 € 	Bis 1 kg	3,50 €	Über 1 kg bis 2 kg	4,00 €	Über 2 kg bis 3 kg	4,50 €	Über 3 kg bis 5 kg	5,00 €	Über 5 kg bis 8 kg	5,50 €	Über 8 kg bis 10 kg	6,00 €
Bis 1 kg	3,50 €													
Über 1 kg bis 2 kg	4,00 €													
Über 2 kg bis 3 kg	4,50 €													
Über 3 kg bis 5 kg	5,00 €													
Über 5 kg bis 8 kg	5,50 €													
Über 8 kg bis 10 kg	6,00 €													
I.a	275	Rapido: Aus der Preistabelle des Paketdienstes „Rapido“ kann man zu jedem Paketgewicht den zugehörigen Preis ablesen: <table border="1" data-bbox="494 1792 742 2004"> <tr> <td>Bis 1 kg</td> <td>3,50 €</td> </tr> <tr> <td>Über 1 kg bis 2 kg</td> <td>4,00 €</td> </tr> <tr> <td>Über 2 kg bis 3 kg</td> <td>4,50 €</td> </tr> <tr> <td>Über 3 kg bis 5 kg</td> <td>5,00 €</td> </tr> <tr> <td>Über 5 kg bis 8 kg</td> <td>5,50 €</td> </tr> <tr> <td>Über 8 kg bis 10 kg</td> <td>6,00 €</td> </tr> </table> Beantworte mit Hilfe der Tabelle folgende Frage: Wie viel kostet ein Paket, das 9 kg wiegt? Kreuze die richtige Lösung an. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 5,50 € <input type="checkbox"/> 9,00 € <input type="checkbox"/> 6,00 € <input type="checkbox"/> 13,50 € 	Bis 1 kg	3,50 €	Über 1 kg bis 2 kg	4,00 €	Über 2 kg bis 3 kg	4,50 €	Über 3 kg bis 5 kg	5,00 €	Über 5 kg bis 8 kg	5,50 €	Über 8 kg bis 10 kg	6,00 €
Bis 1 kg	3,50 €													
Über 1 kg bis 2 kg	4,00 €													
Über 2 kg bis 3 kg	4,50 €													
Über 3 kg bis 5 kg	5,00 €													
Über 5 kg bis 8 kg	5,50 €													
Über 8 kg bis 10 kg	6,00 €													

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Abbildung 2.5: Beispielaufgaben auf der Kompetenzstufenskala Mathematik (3)

V

725

Automüll:
Das folgende Diagramm zeigt die zahlenmäßige Entwicklung der verschrotteten Autos in Deutschland. Weiter sind auch die durchschnittlichen Materialbestandteile eines Schrottautos angegeben.

Kreuze jeweils an, ob die Aussage richtig oder falsch ist.

Wohin mit dem Auto-Müll?
So viele Autos wurden jährlich auf dem Gebiet der Bundesrepublik verschrottet. (in Mio.)

Daraus besteht ein Schrottauto: (ca. 12,5 Jahre alt, 1.000 kg)

Stahl/Eisen	710 kg
Gummi	90 kg
Kunststoffe	60 kg
Sonstige Materialien	56 kg
Andere Metalle	32 kg
Glas	30 kg
Aluminium	22 kg

	richtig	falsch
Von 1970 bis 2000 hat sich die Anzahl der jährlich verschrotteten Autos mindestens verdreifacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der absolute Anstieg der Anzahl der Schrottautos von 1960 bis 1970 und von 1989 bis 2000 ist etwa gleich groß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In den Jahren von 1980 bis einschließlich 1989 sind insgesamt zwei Millionen Autos verschrottet worden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1989 wurden etwa 100000 Autos mehr verschrottet als 1980.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Schrottauto besteht zu mehr als $\frac{3}{4}$ aus Stahl- und Eisenteilen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bei einem Schrottauto machen Gummiteile 9 % der Gesamtmasse aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

IV

595

Rotation 1:
Das nebenstehende rechtwinklige Dreieck rotiert um die Kathete b. Dabei entsteht ein Körper. Was für ein Körper entsteht?

Kreuze an.

☐ Pyramide ☐ Kreiszylinder ☐ Kreiskegel ☐ Quader ☐ Kugel

III

535

Conflix 1:
Das Foto zeigt eine Spielsituation kurz vor dem Erreichen des Zielfeldes. Die Figur F1 ist am Zug, danach wäre F2 an der Reihe, dann F3. Wer an der Reihe ist, würfelt mit einem normalen Spielwürfel und kann dann die gewürfelte Augenzahl in Richtung Ziel weiterziehen. Falls die Figur damit auf ein Feld kommt, wo schon eine gegnerische Figur steht, wird diese hinausgeworfen. Das Zielfeld muss punktgenau erreicht werden, bei einer größeren Augenzahl muss man stehen bleiben. Z. B. braucht F3 genau eine „2“, um ins Ziel zu kommen.

Mit welcher Wahrscheinlichkeit erreicht F1 mit dem nächsten Wurf das Ziel?

Kreuze an.

☐ 6 ☐ 1/6 ☐ 6 % ☐ 60 % ☐ Das kann man nicht wissen

II

435

Freizeitverhalten1:
Eine Umfrage zum Freizeitverhalten von 25 Schülerinnen und Schülern einer 8. Klasse hat ergeben, dass

24 regelmäßig fernsehen,
7 ein Haustier pflegen,
4 ein Musikinstrument spielen,
9 regelmäßig Sport treiben.

Das nebenstehende Diagramm soll dies darstellen.

Ergänze im Diagramm die Säule für Sport.

I.b

355

Schlüsselbund:
Gaby hat an ihrem Schlüsselbund 3 Schlüssel, die sich sehr ähnlich sehen, aber für verschiedene Türen vorgesehen sind. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Tür mit dem ersten Schlüssel, den sie zufällig probiert, aufgeht?

Kreuze an.

☐ 1/6 ☐ 0,3 ☐ 1/3 ☐ 1/2 ☐ 1

I.a

345

Feriengeld:
Wenn Beate jeden Tag 10 € ausgibt, reicht ihr Feriengeld für 9 Tage. Wie lange reicht es, wenn Beate nur 6 € täglich ausgibt?

Kreuze an.

☐ 5 Tage ☐ 10 Tage ☐ 15 Tage ☐ 20 Tage ☐ 25 Tage

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

in solchen Figuren zu bestimmen. Des Weiteren können sie Beziehungen zwischen zwei vertrauten Darstellungen (z.B. zwischen Text und Tabelle) herstellen und mehrere Werte aus solchen Darstellungen (z.B. Balkendiagrammen) ablesen. Sie können relevante Informationen aus mehreren gegebenen auswählen und einfachste Standardargumentationen durchführen.

Die Kompetenzen auf dieser Stufe umfassen grundlegende Methoden und Verfahren der Sekundarstufe I, die jede Schülerin und jeder Schüler, die beziehungsweise der den MSA anstrebt, beherrschen sollte. Sie konstituieren somit einen *Mindeststandard* für den MSA. Für den HSA kann dies bereits als der *Regelstandard* angesehen werden, den die Schülerinnen und Schüler dieses Bildungsgangs zumindest im Durchschnitt erreichen sollten.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 515 bis 594)

Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe können Probleme bearbeiten, deren Lösung die Anwendung einer naheliegenden Strategie erfordert, und sind in der Lage, überschaubare Überlegungen, Lösungswege und Ergebnisse selbstständig darzustellen. Sie können wenigschrittige Operationen mit Zahlen oder Größen auch rückwärts durchführen und geometrische Berechnungen ausführen (z.B. Flächeninhaltsberechnungen bei zusammengesetzten Figuren oder Längenberechnungen mit Hilfe des Satzes des Pythagoras). Weiterhin können sie einem mathematischen Modell passende Situationen zuordnen und selber Modellierungen vornehmen, die wenige Schritte erfordern und vertraute Kontexte beinhalten. Schülerinnen und Schüler auf dieser Stufe sind ferner in der Lage, einschriftige Operationen mit Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen sowie einfache Argumentationen in einem überschaubaren mathematischen Kontext durchzuführen. Zudem können diese Schülerinnen und Schüler Wahrscheinlichkeiten auch bei mehrstufigen vertrauten Zufallsexperimenten berechnen.

Diese Stufe ist durch mathematische Kompetenzen gekennzeichnet, die als typisch für die Sekundarstufe I gelten können. Sie konstituieren eine mathematische Grundbildung, die zum verständigen Handeln in typischen Berufs- und Alltagssituationen befähigt und einen Übergang in die Sekundarstufe II ermöglicht. Hier kann man vom *Regelstandard* für den MSA sprechen, den die Schülerinnen und Schüler dieses Bildungsgangs zumindest im Durchschnitt erreichen sollten. Für Schülerinnen und Schüler, die den HSA anstreben, kann dies bereits als *Regelstandard plus* angesehen werden.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 595 bis 674)

Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe können mehrschrittige Operationen mit Zahlen (auch Bruchzahlen), Größen (u.a. Flächeninhalte und Volumina) oder Variablen durchführen und Längen in komplexeren geometrischen Konfigurationen (z.B. in Vielecken oder Quadern) mit Hilfe des Satzes von Pythagoras berechnen. Sie können Informationen auch aus längeren mathematikhaltigen Texten zielgerichtet entnehmen und Probleme bearbeiten, deren Lösung die Anwendung einer selbstentwickelten Strategie erfordert. Weiterhin sind sie in der Lage, überschaubare mehrschrittige Modellierungen (insbesondere mit linearen Funktionen) und ebensolche Argumentationen (z.B. über Beziehungen zwischen Figureneigenschaften) zu entwickeln. Auch nicht lineare funktionale Zusammenhänge (z.B. Beziehungen zwischen Graph und Term bei quadratischen Funktionen oder Veränderungen von Flächeninhalt und Volumen

bei Veränderung der Seitenlängen) werden auf dieser Stufe beherrscht. Diese Schülerinnen und Schüler können eigene Darstellungen zu gegebenen Daten entwickeln (z.B. Kreisdiagramme) und Wahrscheinlichkeiten auch bei mehrstufigen Zufallsexperimenten berechnen.

Die auf dieser Stufe gezeigten Kompetenzen gehen über die grundlegenden Zielsetzungen der Bildungsstandards für die Sekundarstufe I hinaus und bilden ein Kompetenzniveau ab, das auf der Basis curricularer Vorgaben das eigentliche Ziel des schulischen Unterrichts sein sollte. Für die Schülerinnen und Schüler, die einen MSA anstreben, könnte man von einem *Regelstandards plus* sprechen; für den HSA bildet diese Stufe bereits den *Optimalstandard*.

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 675)

Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe können Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung mathematischer Operationen reflektieren und Lösungsverfahren bewerten. Sie können zudem umfangreiche oder logisch komplexe mathemathikhaltige Texte Sinn entnehmend erfassen, anspruchsvolle Probleme bearbeiten und Lösungswege reflektieren. Auch zu komplexeren außermathematischen Problemsituationen können sie mathematische Modelle entwickeln und verwendete Modelle kritisch beurteilen. Schülerinnen und Schüler auf dieser Stufe sind weiterhin in der Lage, komplexe Darstellungen anzufertigen und verschiedene Formen von Darstellungen zu beurteilen. Sie können sowohl algebraisch rechnen als auch selbstständig Algebraisierungen durchführen (z.B. geometrische Formeln entwickeln oder Terme zu rekursiv gegebenen Folgen aufstellen). Auch Berechnungen mit Hilfe trigonometrischer Beziehungen oder der Strahlensätze werden auf dieser Stufe beherrscht. Weiterhin können diese Schülerinnen und Schüler komplexe Argumentationen erläutern, selbst entwickeln und bewerten.

Schülerinnen und Schüler auf dieser Stufe haben einen Leistungsstand erreicht, der über die Zielsetzungen der Sekundarstufe I hinausgeht und nur bei optimalen schulischen und außerschulischen Lehr-Lern-Bedingungen erwartet werden kann. Man kann hier von einem *Optimalstandard* für den MSA sprechen. Schülerinnen und Schüler, die den HSA anstreben, werden wohl nur in Ausnahmefällen diese Stufe erreichen.

2.2.2 Leitidee Zahl

Kompetenzstufe I.a (Punktwerte unter 355)

Schülerinnen und Schüler am oberen Ende dieser Kompetenzstufe können Grundoperationen mit natürlichen Zahlen ausführen, auch im Kontext von Situationen aus dem täglichen Leben.

Kompetenzstufe I.b (Punktwerte von 355 bis 434)

Schülerinnen und Schüler auf dieser Stufe können einschrüttige Grundoperationen mit Bruch- oder Prozentzahlen in überschaubaren Realkontexten ausführen (z.B. einfache Prozentwerte berechnen) und zwischen verschiedenen Darstellungen bei natürlichen Zahlen oder einfachen Prozentangaben übersetzen. Sie können direkt erkennbare arithmetische Modelle in vertrauten Realkontexten anwenden sowie

Terme aufstellen und Gleichungen lösen, die ausschließlich natürliche Zahlen beinhalten und lediglich die Ausführung von Grundoperationen erfordern.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 435 bis 514)

Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe können wenigschrittige Operationen mit Bruchzahlen und Prozenten ausführen, zu den Grundoperationen die dazugehörigen Umkehroperationen (in überschaubaren und vertrauten Realkontexten) anwenden und zwischen Prozent-, Bruch- und Verhältnisschreibweise im Kontext übersetzen. Sie können Kleiner-größer-Beziehungen zwischen einfachen Bruchzahlen erkennen sowie Zusammenhänge bezüglich Grundoperationen bei konkreten Zahlen erkennen und begründet darlegen (z. B. gerade Zahl + gerade Zahl = gerade Zahl).

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 515 bis 594)

Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe sind in der Lage, vielschrittige Operationen mit Bruchzahlen und Prozenten durchzuführen und auf Richtigkeit zu prüfen, in überschaubaren Fällen auch in umgekehrter Richtung. Sie können das arithmetische Mittel von gegebenen Daten berechnen, einfache Rechnungen mit Quadratwurzeln ausführen und Teilbarkeitsregeln anwenden.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 595 bis 674)

Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe können Rechengesetze zur Potenzrechnung anwenden und mehrschrittige kombinatorische Überlegungen in Realsituationen durchführen. Sie erkennen Kleiner-größer-Relationen zwischen verschiedenen Zahlen, die unterschiedlich dargestellt sind (z. B. Bruch, Prozent, Dezimalbruch), auch im Kontext.

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 675)

Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe können mehrschrittige Operationen (vorwärts oder rückwärts) mit Dezimalzahlen durchführen und Begründungen für Operationen mit Bruchzahlen geben. Sie sind in der Lage, die Grundoperationen bei Brüchen auch mit Variablen durchzuführen und in komplexen Realsituationen gegebene Aussagen zu Prozenten zu beurteilen.

2.2.3 Leitidee Messen

Kompetenzstufe I.a (Punktwerte unter 355)

Schülerinnen und Schüler am oberen Ende dieser Kompetenzstufe können vertraute Größenangaben (z. B. Gewichte) miteinander vergleichen. Weiterhin können sie Inhalte von einfachen ebenen oder räumlichen Objekten (Rechteck, Würfel) ausrechnen, sofern diese ganzzahlig sind.

Kompetenzstufe I.b (Punktwerte von 355 bis 434)

Diese Schülerinnen und Schüler können mit ganzzahligen Größen in vertrauten Realkontexten rechnen und einfache Entfernungen (z. B. zwischen Punkt und Gerade) mit dem Geodreieck bestimmen. Sie können Flächeninhalte von aus

Rechtecken zusammengesetzten Figuren miteinander vergleichen und bei zwei gegebenen Winkeln im Dreieck den dritten Winkel bestimmen.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 435 bis 514)

Diese Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Entfernungen zwischen parallelen Geraden mit dem Geodreieck zu bestimmen, Winkelgrößen in Drei- und Vierecken unter Verwendung von Winkelsätzen zu bestimmen und Volumina von aus Würfeln zusammengesetzten Körpern miteinander zu vergleichen. Sie können Flächeninhalt, Umfang und Seitenlängen bei Rechtecken in Beziehung zueinander setzen und auch Umfang beziehungsweise Flächeninhalt von Kreisen bestimmen.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 515 bis 594)

Diese Schülerinnen und Schüler können mehrschrittige geometrische Berechnungen ausführen (z.B. Flächeninhalte bei aus n-Ecken zusammengesetzten Figuren oder Längen mit Hilfe des Satzes des Pythagoras berechnen). Sie können Grundoperationen mit Größen verschiedener Einheiten im Realkontext durchführen beziehungsweise diesbezügliche Rechnungen beurteilen und auch Berechnungen an Kreisen in überschaubaren Realkontexten durchführen.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 595 bis 674)

Diese Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Formeln zur Berechnung verschiedener Größen bei n-Ecken oder Quadern aufzustellen beziehungsweise passende Formeln zuzuordnen. Sie können Längen in komplexeren geometrischen Konfigurationen (z.B. in Vielecken oder Quadern, etwa die Raumdiagonale eines Würfels) mit Hilfe des Satzes von Pythagoras berechnen und Flächen von n-Ecken bezüglich Inhalt oder Umfang begründet miteinander vergleichen. Weiterhin können sie maßstäbliche Umrechnungen vornehmen und Größen realer Objekte durch Modellierung bestimmen (z.B. Flächeninhalt einer Hand).

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 675)

Diese Schülerinnen und Schüler können Flächeninhaltsformeln herleiten und Berechnungen mit Hilfe trigonometrischer Beziehungen oder der Strahlensätze durchführen. Sie können auch Existenzaussagen über geometrische Figuren begründet darlegen.

2.2.4 Leitidee Raum und Form

Kompetenzstufe I.a (Punktwerte unter 355)

Schülerinnen und Schüler am oberen Ende dieser Kompetenzstufe können einfache ebene oder räumliche Objekte (z.B. Quadrat, Rechteck, Dreieck oder Würfel) benennen und skizzieren.

Kompetenzstufe I.b (Punktwerte von 355 bis 434)

Diese Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, einfache geometrische Objekte in Realkontexten zu erkennen. Sie können Gitterpunkt-n-Ecke an einer achsen-

parallelen Geraden im Koordinatensystem spiegeln, die Koordinaten eines gegebenen Punktes ablesen sowie zu gegebenen Koordinaten den entsprechenden Punkt zeichnen. Weiterhin können sie die Symmetrieachsen eines Quadrats bestimmen und direkte Beziehungen zwischen einfachen Polyedern (wie Quadern) und deren Netzen herstellen.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 435 bis 514)

Diese Schülerinnen und Schüler können einfache geometrische Figuren (z.B. Dreiecke) im kartesischen Koordinatensystem darstellen und einfache geometrische Konstruktionen durchführen (wie das Zeichnen von Drei- und Vierecken oder die Punktspiegelung eines gegebenen Punktes). Sie können geometrische Eigenschaften entsprechenden Vierecken zuordnen und gegebene Aussagen zur Beziehung paralleler und orthogonaler Geraden auf ihre Korrektheit überprüfen.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 515 bis 594)

Diese Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, die Symmetrieachsen bei krummlinigen Figuren zu bestimmen und zu gegebener Figur und Bildfigur das Zentrum einer Punktspiegelung zu ermitteln. Sie können auch komplexere geometrische Strukturen in der Umwelt erkennen und diese fortführen (z.B. unvollständige Pflasterungen), anhand der Dreiecksungleichung die Konstruierbarkeit von Dreiecken beurteilen sowie komplexere Beziehungen zwischen Polyedern und deren Netzen herstellen (z.B. Schnittlinien im Netz markieren).

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 595 bis 674)

Diese Schülerinnen und Schüler können begründen, warum eine Figur nicht achsensymmetrisch ist, und anhand der Dreiecksungleichung nicht nur die Konstruierbarkeit von Dreiecken beurteilen, sondern auch eine richtige Begründung hierfür identifizieren. Sie sind in der Lage, Aussagen zur Beziehung von Geraden in der Ebene zu treffen (z.B. maximale Anzahl der Schnittpunkte) und allgemeingültige Aussagen über Beziehungen zwischen bekannten geometrischen Figuren (z.B. Quadrat und Rechteck) zu beurteilen.

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 675)

Diese Schülerinnen und Schüler können einer einfachen geometrischen Figur (z.B. Dreieck) den zugehörigen Rotationskörper zuordnen sowie dessen Volumen berechnen und gegebene Netze zusammengesetzter Körper diesen zuordnen. Weiterhin können sie Winkelgrößen in komplexen Figuren begründet miteinander in Beziehung setzen und den Satz des Pythagoras begründet auf andere Flächen (z.B. gleichseitiges Dreieck oder Halbkreis) beim rechtwinkligen Dreieck übertragen.

2.2.5 Leitidee Funktionaler Zusammenhang

Kompetenzstufe I.a (Punktwerte unter 355)

Schülerinnen und Schüler am oberen Ende dieser Kompetenzstufe können einfache lineare Gleichungen lösen und einzelne Werte aus Graphen oder Tabellen ablesen.

Kompetenzstufe I.b (Punktwerte von 355 bis 434)

Diese Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, direkt erkennbare Standardmodelle für Beziehungen zwischen Größen in vertrauten Realkontexten anzuwenden (z. B. ein Proportionalmodell für „Dreisatzschlüsse“) und einzelne Werte innerhalb solcher Realkontexte zu bestimmen. Weiter können sie bei inhaltlich gegebenen einfachen Folgen die unmittelbar nächsten Folgenglieder ermitteln.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 435 bis 514)

Diese Schülerinnen und Schüler können Beziehungen zwischen Mathematik und Realität herstellen, denen lineare Modelle zugrunde liegen, also gegebene lineare Gleichungen entsprechenden realen Kontexten zuordnen und umgekehrt einfache Realsituationen passenden gegebenen Funktionstypen zuordnen. Sie können anhand einer verbal beschriebenen Zuordnungsvorschrift im Realkontext konkrete x- und y-Werte bestimmen und bei inhaltlich gegebenen Folgen weitere Folgenglieder ermitteln. Weiter sind sie in der Lage, gegebene einfache Behälter und Füllgraphen einander korrekt zuzuordnen.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 515 bis 594)

Diese Schülerinnen und Schüler können einfachen Realsituationen passende lineare Ungleichungen zuordnen, durch lineare Gleichungen beschriebene realitätsbezogene Zuordnungsvorschriften inhaltlich interpretieren und lineare Modellierungen vornehmen, die vertraute Kontexte beinhalten. Weiter können sie bei tabellarisch dargestellten Folgen zu gegebenen Gliedern die dazugehörige Platznummer bestimmen.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 595 bis 674)

Diese Schülerinnen und Schüler können zwischen einer verbalen Darstellung einer Realsituation und ihrer Darstellung durch Graphen einfache Beziehungen herstellen und überschaubare mehrschrittige Modellierungen (insbesondere mit linearen Funktionen) entwickeln. Anhand gegebener Weg-Zeit-Graphen linearer Funktionen können sie die zugehörigen Geschwindigkeiten bestimmen. Auch einfache nicht lineare funktionale Zusammenhänge können sie begründet erschließen (z. B. Beziehungen zwischen Graph und Term beziehungsweise Gleichung bei quadratischen Funktionen oder Veränderungen von Flächeninhalt und Volumen bei Veränderung der Seitenlängen).

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 675)

Diese Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, komplexere Modellierungen in einem funktionalen Kontext durchzuführen und zu realitätsbezogenen linearen Zusammenhängen begründet Stellung zu nehmen. Sie können auch in nicht linearen innermathematischen Kontexten schlüssige Argumentationen durchführen. Weiterhin können sie sowohl algebraisch rechnen als auch selbstständig Algebraisierungen durchführen (z. B. geometrische Formeln entwickeln oder Terme zu rekursiv oder inhaltlich gegebenen Folgen aufstellen).

2.2.6 Leitidee Daten und Zufall

Kompetenzstufe I.a (Punktwerte unter 355)

Schülerinnen und Schüler am oberen Ende dieser Kompetenzstufe können Trefferchancen bei einfachen vertrauten Zufallsexperimenten (z.B. beim Ziehen aus einer Urne) nach Größe vergleichen.

Kompetenzstufe I.b (Punktwerte von 355 bis 434)

Diese Schülerinnen und Schüler können einzelne Werte aus vertrauten Darstellungen von Daten (z.B. Balkendiagrammen) ablesen und Wahrscheinlichkeiten für Elementarereignisse bei vertrauten Zufallsexperimenten (z.B. Würfeln oder Lose ziehen) berechnen.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 435 bis 514)

Diese Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, mehrere Werte aus vertrauten Darstellungen von Daten (z.B. Balkendiagrammen) abzulesen und solche Darstellungen um gegebene Daten zu ergänzen. Weiter können sie anhand gegebener Häufigkeiten einfache Argumente zu einer vorgegebenen realitätsbezogenen Aussage finden und Wahrscheinlichkeiten für Ereignisse bei vertrauten Zufallsexperimenten berechnen.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 515 bis 594)

Diese Schülerinnen und Schüler können aus einer gegebenen Darstellung (z.B. Balkendiagramm) relative Häufigkeiten berechnen, die Äquivalenz einfacher Zufallsexperimente erkennen und einfache Wahrscheinlichkeiten bei vertrauten mehrstufigen Zufallsexperimenten berechnen.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 595 bis 674)

Diese Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, eigene Darstellungen zu gegebenen Daten zu entwickeln (z.B. Kreisdiagramme für prozentuale Anteile) und anhand gegebener Häufigkeiten eine komplexe Argumentation zu einer vorgegebenen realitätsbezogenen Aussage zu finden. Weiterhin können sie Wahrscheinlichkeiten auch bei weniger vertrauten mehrstufigen Zufallsexperimenten berechnen.

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 675)

Diese Schülerinnen und Schüler können die Angemessenheit verschiedener Darstellungen von Daten beurteilen. Sie können selbst bei komplexeren Zufallsexperimenten (z.B. Galtonbrett) Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte bestimmen und vorgegebene Wahrscheinlichkeitsaussagen beurteilen. Umgekehrt können sie auch zu gegebenen Wahrscheinlichkeiten passende Zufallsexperimente angeben. Weiterhin sind sie in der Lage, bedingte Wahrscheinlichkeiten zu berechnen und die stochastische Unabhängigkeit bei mehrstufigen Zufallsexperimenten zu begründen.

2.3 Kompetenzstufenmodelle für den Mittleren Schulabschluss in den naturwissenschaftlichen Fächern

Die Bildungsstandards in den Fächern Biologie, Chemie und Physik für den Mittleren Schulabschluss (MSA) weisen die vier Kompetenzbereiche *Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* aus. Bislang liegen für die Bereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* Kompetenzstufenmodelle vor, die im Dezember 2011 von der Kultusministerkonferenz zustimmend zur Kenntnis genommen wurden (IQB, 2013a, 2013b, 2013c). Diese beiden Kompetenzbereiche sind Gegenstand des IQB-Bildungstrends 2018 in den naturwissenschaftlichen Fächern. In den Abschnitten 2.3.1 bis 2.3.3 werden für jedes Fach die Kompetenzstufenmodelle detailliert beschrieben. Die Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bearbeitung von Aufgaben der verschiedenen Kompetenzstufen nötig sind, werden dabei für jeden Kompetenzbereich und jede Stufe einzeln beschrieben und anhand von Beispielaufgaben illustriert.

2.3.1 Kompetenzstufenmodelle im Fach Biologie

Jürgen Mayer, Nicole Wellnitz, Nicola Klebba und Nele Kampa

Für das Fach Biologie wurden die in Tabelle 2.2 dargestellten Kompetenzstufengrenzen festgelegt. Die Kompetenzstufenmodelle, die im Folgenden näher beschrieben werden, umfassen für jeden Kompetenzbereich fünf Stufen, wobei die Stufe I nach unten und die Stufe V nach oben offen ist.

Tabelle 2.2: Kompetenzstufengrenzen für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie

Kompetenzstufen	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	
V	700 und darüber	725 und darüber	Optimalstandard
IV	585 bis 699	615 bis 724	Regelstandard plus
III	475 bis 584	505 bis 614	Regelstandard
II	385 bis 474	400 bis 504	Mindeststandard
I	unter 385	unter 400	

Kompetenzbereich *Fachwissen*

Kompetenzstufe I (Punktwerte unter 385)

Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufe I können einzelne biologische Fakten und Fachbegriffe beziehungsweise einfache biologische Sachverhalte innerhalb einer lebensweltlichen Situation oder innerhalb eines übersichtlichen Fachtextes lokalisieren und wiedergeben. Hinsichtlich des Basiskonzepts *System* gelingt es den Schülerinnen und Schülern, einzelne Elemente oder einfache Phänomene eines dargebotenen biologischen Systems zu erkennen. Darüber hinaus können einzelne Wechselwirkungen, insbesondere im System Organismus, zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und der abiotischen Umwelt

lokalisiert werden. Innerhalb des Basiskonzepts *Struktur und Funktion* können die Schülerinnen und Schüler einfache strukturell-funktionelle Zusammenhänge benennen und vorgegebene Teilvorgänge eines präsentierten biologischen Prozesses auf morphologisch-anatomischer Ebene geordnet wiedergegeben (siehe Aufgabe „Gänsehaut“ mit Schwierigkeit 345 in Abbildung 2.6). Ebenso können einzelne Organismen anhand von morphologischen oder physiologischen Eigenschaften vorgegebenen Kategorien, wie zum Beispiel systematischen Gruppen, zugeordnet werden. Die Angepasstheit von Organismen an ihre Umwelt wird anhand einzelner Merkmale des Körperbaus oder der Lebensweise erkannt. Zum Basiskonzept *Entwicklung* können die Schülerinnen und Schüler einzelne Entwicklungsstadien von Organismen und Kennzeichen ihrer Fortpflanzungsform identifizieren. Einfache Belege für evolutive Prozesse, zum Beispiel Fossilien, können ebenfalls identifiziert werden. Insgesamt verfehlen die Schülerinnen und Schüler dieser Kompetenzstufe deutlich die in den Bildungsstandards benannten Erwartungen. Biologisches *Fachwissen* wird lediglich in sehr einfachen Kontexten verstanden, biologische Systeme werden nicht in ihrer Gesamtheit, sondern nur als einzelne Elemente dieser Systeme wiedererkannt, Struktur- und Funktionsbeziehungen sowie Entwicklungsvorgänge werden aus vorgegebenen Fachinformationen lediglich reproduziert.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 385 bis 474)

Über die bereits auf Stufe I vorhandenen Kompetenzen hinaus können die Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufe II (Mindeststandard) einfache biologische Zusammenhänge mit eigenen Worten darstellen und in einfachen Kontexten anwenden. Bezogen auf das Basiskonzept *System* können Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe Elemente eines biologischen Systems durch Beziehungen miteinander verknüpfen. Beispielsweise können mehrere Wechselwirkungen im Organismus lokalisiert und darüber hinaus Beziehungen zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und der biotischen und abiotischen Umwelt identifiziert werden. Grundlegende Struktur- und Funktionszusammenhänge werden auf biologische Phänomene angewendet, zum Beispiel Stoff- und Energieumwandlungen in Organen und Organsystemen. Zudem können vorstrukturierte Schritte biologischer Prozesse auf zellulärer oder subzellulärer Ebene geordnet wiedergegeben werden. Ebenso können Organismen anhand eines biologischen Prozesses, wie beispielsweise der Metamorphose, vorgegebenen Kategorien, wie zum Beispiel systematischen Gruppen, zugewiesen werden. Die Angepasstheit von Lebewesen in morphologischer Hinsicht kann benannt werden. Innerhalb des Basiskonzepts *Entwicklung* können Stadien der Individualentwicklung geordnet wiedergeben (siehe Aufgabe „Stechmücken“, Abbildung 2.6) sowie Kennzeichen verschiedener Fortpflanzungsformen und Mechanismen der Evolution (Mutation, Selektion) identifiziert werden. Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe unterschreiten die in den Bildungsstandards festgelegten Kompetenzerwartungen.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 475 bis 584)

Auf Kompetenzstufe III (Regelstandard) können die Schülerinnen und Schüler biologische Zusammenhänge beschreiben und erklären sowie biologische Konzepte und Prinzipien anwenden. Die Schülerinnen und Schüler können über die in den Stufen I und II beschriebenen Kompetenzen hinaus das Basiskonzept *System*, also Elemente, Beziehungen und Eigenschaften von

Systemen, zur Erklärung biologischer Phänomene nutzen. Wechselwirkungen können sowohl im Organismus, zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und deren biotischer und abiotischer Umwelt analysiert werden (z.B. Steuerung, Regelung). Biologische Phänomene werden zudem durch strukturell-funktionelle Zusammenhänge beschrieben oder erklärt (siehe Aufgabe „Gänsehaut“ mit Schwierigkeit 555 in Abbildung 2.6). Die Schülerinnen und Schüler können darüber hinaus in fachlichen Zusammenhängen die Schritte eines biologischen Prozesses (physiologisch) geordnet wiedergeben, biologische Systeme (Organismen, Organe, Zellen etc.) nach strukturell-funktionellen Gemeinsamkeiten und Unterschieden mehreren Kategorien zuordnen und die Angepasstheit von Lebewesen zu den Kennzeichen eines Ökosystems in Beziehung setzen. Innerhalb des Basiskonzepts *Entwicklung* können die Schülerinnen und Schüler verschiedene Formen der Individualentwicklung und der Fortpflanzung (z.B. geschlechtlich, ungeschlechtlich) sowie die Bedeutung von Variabilität und Diversität für die Evolution beschreiben.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 585 bis 699)

Schülerinnen und Schüler der Kompetenzstufe IV (Regelstandard plus) können über die vorhergehenden Kompetenzstufen hinaus komplexe biologische Zusammenhänge unter Anwendung von Konzepten und Prinzipien erklären. Bezogen auf das Basiskonzept *System* können sie Elemente und deren Beziehungen in einem Bezugsrahmen (z.B. Blutkreislauf) organisieren. Ebenso können Wechselwirkungen im Organismus, zwischen Organismen (z.B. Parasitismus, Symbiose) sowie zwischen Organismen und unbelebter Materie beziehungsweise abiotischen Faktoren (siehe Aufgabe „Vergiftete Pfeile“ in Abbildung 2.7) erklärt werden. Biologische Phänomene werden durch Struktur-Funktionsprinzipien (z.B. Oberflächenvergrößerung, Kreisläufe) erklärt und physiologische Prozesse (z.B. in Organen oder Organsystemen) werden auf neue Zusammenhänge übertragen und angewendet. Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, biologische Systeme nach strukturell-funktionellen Gemeinsamkeiten und Unterschieden mehreren systematischen und ökologischen Kategorien begründet zuzuordnen. Außerdem kann die Angepasstheit von Lebewesen zu den Kennzeichen eines Ökosystems in Beziehung gesetzt und der Vorteil der Angepasstheit begründet werden. In Bezug auf das Basiskonzept *Entwicklung* können Stadien der artspezifischen Individualentwicklung in einem neuen Zusammenhang identifiziert und verschiedene Formen der Fortpflanzung erklärt werden. Die Bedeutung von Variabilität und Diversität für die Evolution kann darüber hinaus ebenso wie die stammesgeschichtliche Entwicklung von Lebewesen mit Hilfe der Evolution erklärt werden.

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 700)

Schülerinnen und Schüler auf der Kompetenzstufe V (Optimalstandard) bewältigen nicht nur mit großer Sicherheit die Anforderungen der Kompetenzstufen I bis IV, sondern können darüber hinaus ihnen zumeist unbekannte komplexe biologische Zusammenhänge unter selbstständiger Anwendung von Konzepten und Prinzipien erklären und begründen. Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe haben ein theoretisch fundiertes Verständnis des Basiskonzepts *System* und können Wechselwirkungen im Organismus, zwischen Organismen (z.B. Parasitismus, Symbiose) sowie zwischen Organismen und biotischer und abiotischer Umwelt theoriebezogen erklären. Struktur-Funktions-Prinzipien (z.B.

Abbildung 2.6: Kompetenzstufen I–III des Kompetenzbereichs *Fachwissen* im Fach Biologie

V

700

IV

585

III

400

II

475

I

385

I

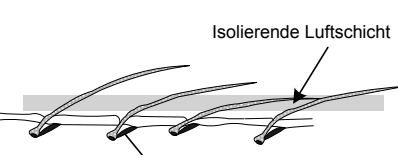
345

555

400

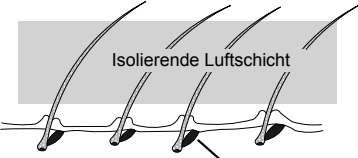
345

Gänsehaut:
Du hast bestimmt schon einmal eine „Gänsehaut“ gehabt. Bei einer „Gänsehaut“ richten sich die Haare auf deiner Haut auf. Du bekommst z. B. eine „Gänsehaut“, wenn du im Freibad nach dem Baden frierst.



Isolierende Luftschicht

Haarmuskel entspannt



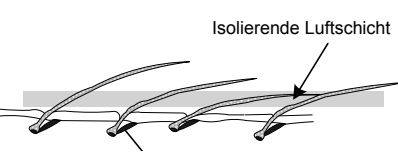
Isolierende Luftschicht

Haarmuskel zusammengezogen

Bei den stark behaarten Vorfahren der Menschen vergrößerte das Aufstellen der Haare die isolierende Luftschicht zwischen den Haaren (siehe Abbildung). Diese Luftschicht schützte sie vor Kälte.
Beschreibe mit einem Satz, wodurch die Haare bei einer „Gänsehaut“ aufgerichtet werden.


Stechmücken:
Sicherlich hat dich schon mal eine Mücke gestochen. Die weiblichen Stechmücken benötigen nach der Befruchtung das Blut als eiweißhaltige Nahrungsquelle für ihre Eierproduktion. Nur die Weibchen nehmen neben Pflanzensäften Blut als sogenannte „Brutmahlzeit“ zu sich. Die Männchen saugen ausschließlich Pflanzensäfte.
Der Lebenszyklus der Stechmücken ist ans Wasser gebunden. Je nach Stechmückenart werden Eier in Wasser oder in nasses Gras (z. B. in Überflutungsgebieten) abgelegt. Aus den Eiern schlüpfen Mückenlarven. Die Larven verwandeln sich zu Puppen. Die Larven und Puppen der Stechmücke müssen zum Luftholen an die Wasseroberfläche kommen. Aus den Puppen entwickeln sich schließlich die ausgewachsenen Stechmücken.
Nenne die Reihenfolge, in welcher die Stechmücke ihre Entwicklungsschritte durchläuft.

Gänsehaut:
Du hast bestimmt schon einmal eine „Gänsehaut“ gehabt. Bei einer „Gänsehaut“ richten sich die Haare auf deiner Haut auf. Du bekommst z. B. eine „Gänsehaut“, wenn du im Freibad nach dem Baden frierst.



Isolierende Luftschicht

Haarmuskel entspannt



Isolierende Luftschicht

Haarmuskel zusammengezogen

Bei den stark behaarten Vorfahren der Menschen vergrößerte das Aufstellen der Haare die isolierende Luftschicht zwischen den Haaren (siehe Abbildung). Diese Luftschicht schützte sie vor Kälte.
Bei der Entstehung der „Gänsehaut“ laufen mehrere Vorgänge hintereinander ab.
Bringe die Vorgänge in die richtige Reihenfolge. Trage hierfür die Ziffern 1, 2, 3 und 4 in die Kästchen ein.

☐ Aufrichten der Haare

☐ Zusammenziehen der Haarmuskeln

☐ Einwirken von kalter Luft

☐ Sichtbare „Gänsehaut“

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Abbildung 2.7: Kompetenzstufen IV–V des Kompetenzbereichs *Fachwissen* im Fach Biologie

V

780

700

IV

585

620

III

475

II

385

I

Prinzip der Oberflächenvergrößerung:

Das Prinzip der Oberflächenvergrößerung ist ein wichtiges biologisches Grundprinzip. Lebewesen tauschen Stoffe und Energie mit ihrer Umwelt aus. Die Aufnahme und Abgabe von Stoffen und Energie geschieht umso schneller, je größer die Oberfläche ist. Soll möglichst wenig Stoff oder Energie ausgetauscht werden, ist eine kleinere Oberfläche vorteilhaft.

Mithilfe einfacher geometrischer Körper lässt sich dies veranschaulichen:

Abb. 1

Abb. 2

Die acht kleineren Würfel (Abb. 2) nehmen zusammen das gleiche Volumen ein wie der große Würfel (Abb. 1). Die Summe der Oberflächen der acht kleineren Würfel ist jedoch doppelt so groß wie die Oberfläche des großen Würfels. Zur Oberfläche jedes kleinen Würfels gehören ja auch die Flächen, mit denen er in Abbildung 2 die benachbarten kleinen Würfel berührt.

Kaiserpinguine brüten mitten im antarktischen Winter bei bis zu -70°C . Nachdem das Weibchen das etwa 11 cm große Ei gelegt hat, gibt es dieses sofort an das Männchen weiter, das es in einer Bauchfalte ca. zwei Monate lang allein mit seiner Körperwärme ausbrütet. Die brütenden Kaiserpinguine stellen sich in Gruppen ganz eng zusammen, wobei die Tiere regelmäßig die Plätze tauschen.

Abbildung: Brütende Kaiserpinguine

© Daniel P. Zitterbart

Begründe den Vorteil dieses Verhaltens mit dem Prinzip der Oberflächenvergrößerung.

Vergiftete Pfeile:

Seit Hunderten von Jahren nutzen die südamerikanischen Ureinwohner das Pfeilgift „Curare“ bei der Jagd. Dieses Gift aus dem Extrakt von Pflanzen kann Tiere innerhalb kürzester Zeit völlig bewegungsunfähig machen und sogar töten.

Möglich ist dies, da „Curare“ die Übertragung von Erregungen zwischen Nervenzellen und Muskelzellen verhindert. Damit lähmt es die Muskeln, die das Tier zum Bewegen des Körpers braucht. Auch die Atemmuskulatur ist betroffen. Das Gift hat dagegen keine Wirkung auf den Herzmuskel. Die Wirkung von „Curare“ im Organismus lässt nach einiger Zeit wieder nach.

Im 18. Jahrhundert verabreichte ein Wissenschaftler Säugetieren eine tödliche Dosis „Curare“. Er schaffte es trotzdem, sie am Leben zu erhalten.

Beschreibe, welche lebensrettende Maßnahme er durchführen musste, um den Tod der Tiere zu verhindern.

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Prinzip der Oberflächenvergrößerung) können auf komplexe biologische Phänomene (z. B. Riechzellen, brütende Pinguine) übertragen und erklärt werden (siehe Aufgabe „Prinzip der Oberflächenvergrößerung“ in Abbildung 2.7). Verschiedene physiologische Prozesse (z. B. Assimilation und Dissimilation) können sicher in einem neuen komplexen Zusammenhang verknüpft werden. Auch bezogen auf das Basiskonzept *Entwicklung* zeigt sich ein theoriebezogenes Verständnis indem die Zuordnung von Organismen zu verschiedenen Formen der Fortpflanzung begründet werden kann.

Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*

Kompetenzstufe I (Punktwerte unter 400)

Auf der Kompetenzstufe I sind die erforderlichen Fähigkeiten deutlich eingeschränkt, sodass es den Schülerinnen und Schülern lediglich gelingt, einzelne vorgegebene Elemente naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung wiederzuerkennen. Hinsichtlich des Teilbereichs *naturwissenschaftliche Untersuchungen* sind Schülerinnen und Schüler auf dieser Stufe in der Lage, eine biologische Fragestellung (siehe Aufgabe „Versuche mit Wasserflöhen“ in Abbildung 2.8) oder eine Hypothese auswählen, die einer einfachen Untersuchung zugrunde liegt. Ebenso ist es ihnen zur Beantwortung einer biologischen Frage möglich, einen einfachen Untersuchungsplan für eine Beobachtung, einen Vergleich oder ein Experiment oder eine relevante Untersuchungsvariable auszuwählen. Aus einer präsentierten Datenmenge können einzelne Messwerte ausgewählt und passende Schlussfolgerungen identifiziert werden. Einzelne Charakteristika des biologischen Erkenntnisprozesses, zum Beispiel Methodenvielfalt, Gelegenheitsbeobachtung oder Prüfung von Hypothesen, können ebenfalls identifiziert werden. Bezogen auf den Kompetenzteilbereich *naturwissenschaftliche Modellbildung* können Informationen aus biologischen Modellen entnommen und der Zweck sowie die Grenzen eines abgebildeten gegenständlichen Modells, zum Beispiel eines Blütenmodells, wiedererkannt werden.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 400 bis 504)

Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufe II (Mindeststandard) können über die Kompetenzstufe I hinaus bereits einzelne dargebotene Elemente naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung nutzen, indem sie diese selbstständig benennen oder aus der Beschreibung einer biologischen Untersuchung auswählen. Zur Durchführung einer naturwissenschaftlichen Untersuchung können Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe eine biologische Fragestellung aus einem beschriebenen Phänomen oder Sachverhalt ableiten und eine Hypothese formulieren, die einer einfachen Untersuchung (Beobachtung, Experiment, Vergleich) zugrunde liegt (siehe Aufgabe „Fleißiges Lieschen“ in Abbildung 2.8). Zudem ist es ihnen möglich, einen Untersuchungsplan (Beobachtung, Experiment, Vergleich) durch die Auswahl mehrerer relevanter Variablen (z. B. zu variierende und zu messende Variable) oder Vergleichskriterien zu ergänzen. Bei der Auswertung experimenteller Daten können Schülerinnen und Schülern aus mehreren alternativen Schlussfolgerungen die passende auswählen. Auf dieser Kompetenzstufe können Schülerinnen und Schüler die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung insofern reflektieren, als sie Charakteristika der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, wie etwa das theoriegeleitete Vorgehen, aus einer Beschreibung wiedergeben können. Bei der Nutzung von Modellen

können sie Informationen aus gegenständlichen Modellen mit dem Original vergleichen und den Zweck und die Grenzen von abstrakten Modellen (z. B. DNA) mit Hilfe vorgegebener Antwortalternativen identifizieren.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 505 bis 614)

Schülerinnen und Schüler auf der Kompetenzstufe III (Regelstandard) erreichen im Bereich *Erkenntnisgewinnung* Kompetenzen, die das Erreichen der Bildungsstandards im Fach Biologie kennzeichnen. Sie besitzen die Fähigkeit, verschiedene biologische Erkenntnismethoden, nämlich Beobachtung, Vergleich und Experiment, anzuwenden und das Vorgehen zu begründen. Im Rahmen einer naturwissenschaftlichen Untersuchung formulieren die Schülerinnen und Schüler biologische Fragestellungen, die mit einer Untersuchung (Beobachtung, Experiment, Vergleich) beantwortet werden können. Biologische Fragestellungen können auch durch die Ableitung passender Hypothesen konkretisiert werden. Zudem sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, Hypothesen aus einem beschriebenen Untersuchungsplan (Beobachtung, Experiment, Vergleich) abzuleiten. Die Eignung eines Untersuchungsplans, insbesondere die Berücksichtigung von Kontrollvariablen beim Experiment oder die Blindprobe beim Beobachten, kann begründet werden (siehe Aufgabe „Wespennest“ in Abbildung 2.8). Aus den Ergebnissen einer Untersuchung mit mehreren Merkmalen, Kriterien oder Variablen werden selbstständig Schlussfolgerungen formuliert. Charakteristika der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung können auf dieser Stufe erstmalig selbstständig formuliert werden (z. B. das hypothesenprüfende Vorgehen). Bei der Anwendung von Modellen im Erkenntnisprozess können Informationen aus komplexen und abstrakten Modellen (z. B. Nahrungskette) mit dem Original verglichen und die Aussagekraft von Modellen zweckbezogen beurteilt werden.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 615 bis 724)

Schülerinnen und Schüler auf der Kompetenzstufe IV (Regelstandard plus) bewältigen Anforderungen, die über dem Regelstandard liegen. Die Kompetenzstufe IV wird von Schülerinnen und Schülern erreicht, die über die Stufen I bis III hinaus verschiedene Methoden naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung (Beobachtung, Vergleich, Experiment) in komplexen fachlichen und wissenschaftsmethodischen Zusammenhängen erklären und prüfen können. Auf dieser Kompetenzstufe können Schülerinnen und Schüler biologische Fragestellungen zu einer Untersuchung präzise formulieren, das heißt, sie berücksichtigen die für eine Untersuchung relevanten Merkmale, Kriterien oder Variablen in den Fragestellungen. Zudem ist es ihnen möglich, passende Hypothesen, die komplexen Untersuchungsdesigns zugrunde liegen, selbstständig zu formulieren. Naturwissenschaftliche Untersuchungen (Beobachtung, Experiment, Vergleich) können zudem zur Beantwortung einer biologischen Fragestellung oder zur Überprüfung einer Hypothese selbstständig geplant werden. Außerdem sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, Ergebnisse einer Untersuchung auf einen neuen Sachverhalt anzuwenden (siehe Aufgabe „Versuche mit Wasserflöhen“ in Abbildung 2.9). Die Schülerinnen und Schüler können die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung reflektieren, indem sie entsprechende Charakteristika (z. B. Methodenvielfalt, Quellenkritik) auf abstrakter Ebene formulieren. Der Umgang mit Modellen hat auf dieser Stufe ein aktives und reflexives Element. Modelle können zur Erklärung biologischer Phänomene angewendet und hinsichtlich ihres Zwecks und ihrer Aussagekraft geprüft werden.

Abbildung 2.8: Kompetenzstufen I–III des Kompetenzbereichs *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie

V

725

580

IV

615

III

475

505

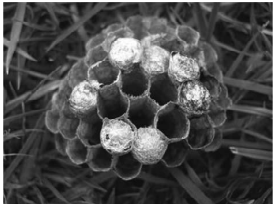
II

400

375

I

Wespennest:
Philipp und Florian haben ein verlassenes Wespennest (Abb. 1) gefunden.



„Fühlt sich an wie Papier“, meint Philipp, als er das Nest vorsichtig aufhebt.

Abb. 1: Wespennest
© Liane Figge

Philipp und Florian lesen im Lexikon nach und finden heraus, dass Papier hauptsächlich aus Cellulose besteht. Von ihrer Lehrerin erfahren sie, dass es für Cellulose ein Nachweismittel gibt. Sie tropfen das Nachweismittel auf ein Stück Papier und auf ein Stück des Wespennestes.

Erkläre, warum Philipp und Florian neben dem Wespennest auch ein Stück Papier mit dem Nachweismittel testen müssen.

Fleißiges Lieschen:
Max will die Wachstumsbedingungen von Pflanzen untersuchen. Er verwendet als Versuchspflanze das „Fleißige Lieschen“, eine pflegeleichte und widerstandsfähige Zimmerpflanze.

Er führt folgendes Experiment durch:

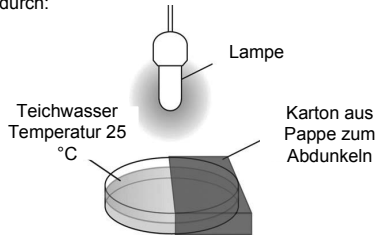
Faktoren	Pflanze 1	Pflanze 2
Temperatur	25 °C	25 °C
Ort	am hellen Fenster	im dunklen Schrank
gießen	1-mal täglich	1-mal täglich
düngen	2-mal wöchentlich	2-mal wöchentlich

Nenne die Hypothese (Vermutung), die dem Experiment von Max zugrunde liegt.

Versuche mit Wasserflöhen:
Einige Fische ernähren sich von Wasserflöhen. Diese Kleinkrebse kann man an unterschiedlichen Stellen in einem Teich antreffen.

Christoph hat schon oft Wasserflöhe in einem Teich beobachtet. Er hat festgestellt, dass sich Wasserflöhe häufig an hellen, warmen Stellen aufhalten. Man findet sie oft im flachen Wasser in der Nähe von Wasserpflanzen.

Um seine Beobachtungen wissenschaftlich zu überprüfen, führt Christoph folgenden Versuch durch:



Er gibt 25 °C warmes Teichwasser in eine flache Schale. Die Hälfte der Schale bedeckt er mit einem dunklen Karton aus Pappe. Über die Schale stellt er eine hell leuchtende Lampe. In das Teichwasser gibt er zehn Wasserflöhe.

Welcher Fragestellung will Christoph mit diesem Versuch nachgehen?

Kreuze an.

☐ Bevorzugen Wasserflöhe helle oder dunkle Stellen?

☐ Halten sich Wasserflöhe bevorzugt in der Nähe von Wasserpflanzen auf?

☐ Findet man Wasserflöhe meist im flachen Wasser?

☐ Bevorzugen Wasserflöhe warmes oder kaltes Wasser?

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Abbildung 2.9: Kompetenzstufen IV–V des Kompetenzbereichs *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie

V

725

730

IV

615

645

III

505


II

400

I

Pflanzennährstoffe:
 Anna und Maria fragen sich, wovon sich Pflanzen hauptsächlich ernähren. Sie befüllen dazu einen Blumentopf mit 1 000 g trockener Blumenerde. Dann wird eine junge Pflanze mit einer Masse von 150 g in den Topf gepflanzt. Die Pflanze erhält ausreichend Sonnenlicht und wird regelmäßig gegossen.

Nach 28 Tagen nehmen Anna und Maria die Pflanze vorsichtig aus dem Topf. Die Blumenerde wird aus dem Topf geschüttet, getrocknet und gewogen. Sie hat eine Masse von 1000 g. Auch die Pflanze wird gewogen. Sie ist deutlich gewachsen und wiegt 350 g (siehe Abbildung).



Welche Hypothese (Vermutung) wollen Anna und Maria überprüfen?

Pflanze: Tag 0 **Pflanze: Tag 28** Kreuze an.

☐ Pflanzen wachsen mit Hilfe von Kohlenstoffdioxid.

☐ Pflanzen benötigen Wasser zum Aufbau von Biomasse.

☐ Die Massenzunahme der Pflanze wird durch das Sonnenlicht verursacht.

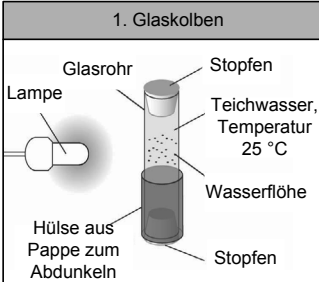
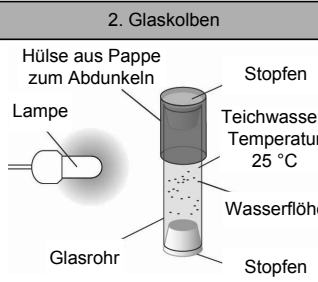
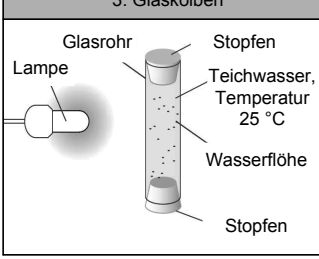
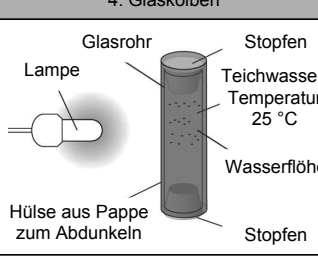
☐ Die Pflanze gewinnt ihre Biomasse aus dem Boden.

Versuche mit Wasserflöhen:
 Einige Fische ernähren sich von Wasserflöhen. Diese Kleinkrebse kann man an unterschiedlichen Stellen in einem Teich antreffen.

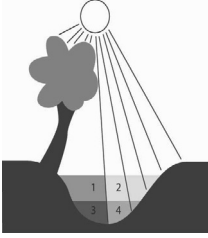
Christoph hat schon oft Wasserflöhe in einem Teich beobachtet. Aufgrund seiner Beobachtungen vermutet er, dass der Aufenthaltsort der Wasserflöhe von der Wassertiefe und der Helligkeit abhängig ist.

Um seine Vermutung wissenschaftlich zu prüfen, führt Christoph einen Versuch durch. Er setzt dabei jeweils 20 Wasserflöhe in vier mit Teichwasser gefüllte Glaskolben. Nach 30 Minuten hält er die Aufenthaltsorte der Wasserflöhe in einer Zeichnung fest.

Die folgenden Abbildungen zeigen den Versuch und die eingezeichneten Aufenthaltsorte der Wasserflöhe:

1. Glaskolben	2. Glaskolben
	
3. Glaskolben	4. Glaskolben
	

Die folgende Abbildung zeigt den schematischen Querschnitt durch einen See. Gezeigt werden ebenfalls die Belichtungsverhältnisse:



In welchem der Bereiche 1 bis 4 wird Christoph entsprechend den Ergebnissen seiner Versuche am wahrscheinlichsten Wasserflöhe finden?

Gib eine oder mehrere Nummern an und **begründe deine Entscheidung anhand von Christophs Versuchsergebnissen.**

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 725)

Schülerinnen und Schüler auf der Kompetenzstufe V (Optimalstandard) über treffen bei Weitem die Erwartungen der KMK-Bildungsstandards. Auf die- ser Kompetenzstufe werden verschiedene Methoden naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung (Beobachtung, Vergleich, Experiment) in komplexen fachlichen und wissenschaftsmethodischen Zusammenhängen reflektiert. Zur Durchführung einer Beobachtung, eines Vergleichs oder eines Experiments for- mulieren die Schülerinnen und Schüler unter Berücksichtigung theoretischer Konzepte selbstständig eine passende biologische Fragestellung. Zudem kön- nen Hypothesen formuliert werden, die den Zusammenhang zwischen zwei Einflussgrößen (zwei unabhängige Variablen) und einer Messgröße (abhän- gige Variable) eines experimentellen Designs berücksichtigen. Darüber hi- naus kann aus mehreren vorgegeben Hypothesen diejenige ausgewählt werden, die durch die Ergebnisse eines Experiments falsifiziert wurde (siehe Aufgabe „Pflanzennährstoffe“ in Abbildung 2.9). Außerdem gelingt es, Untersuchungs- pläne (Beobachtung, Experiment, Vergleich) hinsichtlich verschiedener metho- discher Prinzipien (z.B. Fehleranalyse, Variablenkontrolle, Beurteilung von Kriterienstetigkeit) kritisch zu analysieren. Die Ergebnisse mehrfaktori- eller Untersuchungspläne können ausgewertet und interpretiert werden. Über die Anforderungen der vorherigen Kompetenzstufen hinausgehend können Charakteristika der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (z.B. Ver- änderlichkeit biologischer Erkenntnisse) selbstständig erklärt werden. Die Ver- wendung von Modellen im Erkenntnisprozess ist insofern elaboriert und eigen- ständig, als eine begründete Hypothese aus einem Modell abgeleitet und Modelle zweckbezogen weiterentwickelt werden können.

2.3.2 Kompetenzstufenmodelle im Fach Chemie

Maik Walpuski, Elke Sumfleth und Hans Anand Pant

Für das Fach Chemie wurden die in Tabelle 2.3 dargestellten Kompetenzstufen- grenzen festgelegt. Die Kompetenzstufenmodelle, die im Folgenden näher beschrieben werden, umfassen für jeden Kompetenzbereich fünf Kompetenz- stufen, wobei die Kompetenzstufe I nach unten und die Kompetenzstufe V nach oben offen ist.

Tabelle 2.3: Kompetenzstufengrenzen für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie

Kompetenzstufen	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	
V	680 und darüber	640 und darüber	Optimalstandard
IV	605 bis 679	560 bis 639	Regelstandard plus
III	505 bis 604	490 bis 559	Regelstandard
II	435 bis 504	415 bis 489	Mindeststandard
I	unter 435	unter 415	

Kompetenzbereich *Fachwissen*

Kompetenzstufe I (Punktwerte unter 435)

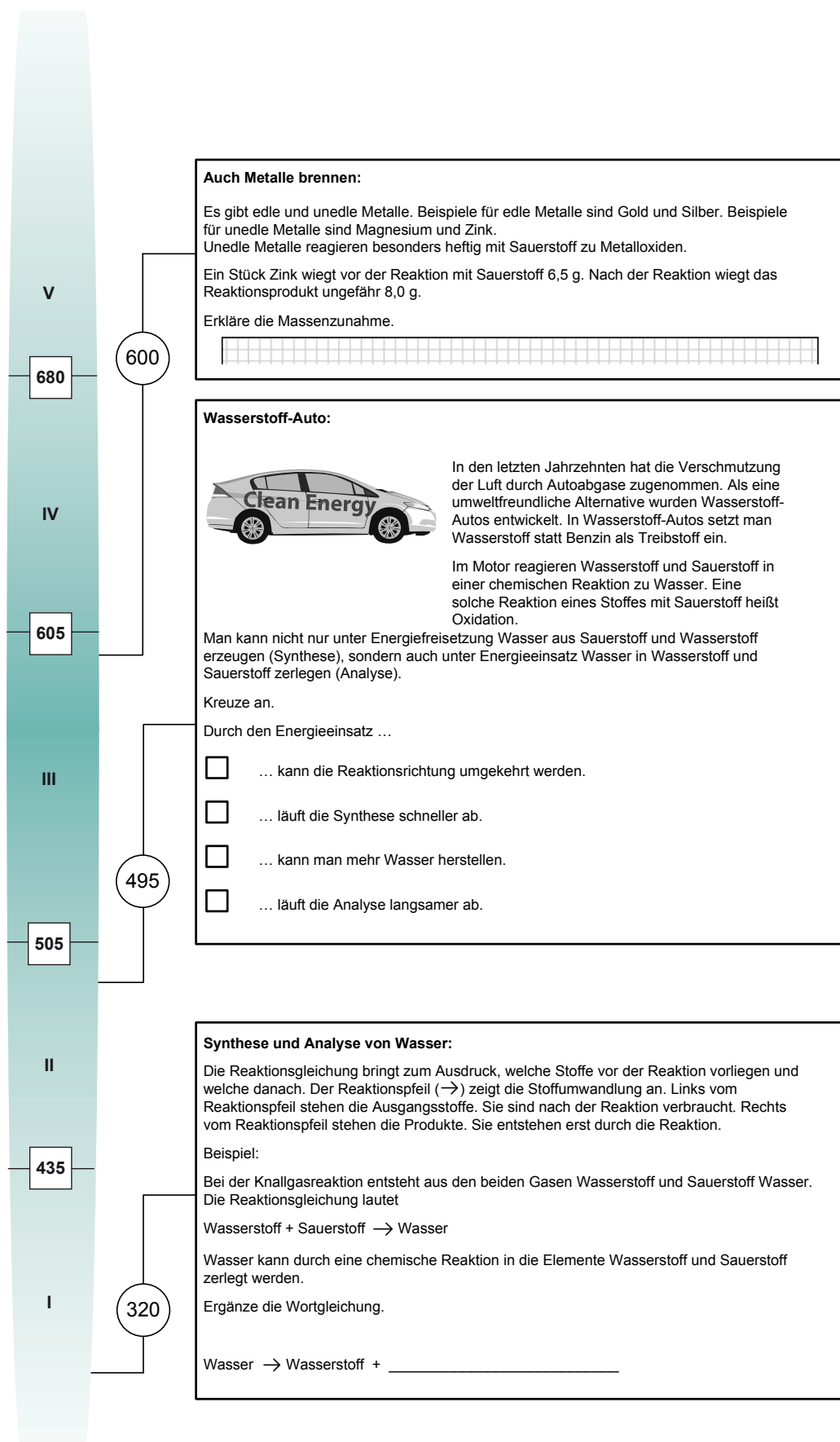
Im Kompetenzbereich *Fachwissen* können die Schülerinnen und Schüler, die mit ihren Fähigkeiten und Fertigkeiten auf Kompetenzstufe I liegen, dargelegte Fakten und Phänomene identifizieren. Mit Blick auf die Basiskonzepte *Struktur-Eigenschafts-Beziehungen* und *Stoff-Teilchen-Beziehungen* erkennen sie auf der Phänomenebene Eigenschaften von Stoffen, können diese unterscheiden und Stoffen zuordnen. Das gilt auch für einfache Abstraktionen zum Aggregatzustand. Sie können zudem Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen aus vorgegebenen Eigenschaften ableiten. Eng verbunden mit diesen Kenntnissen zu Eigenschaften ist das Erkennen von einzelnen chemiebezogenen Fakten und einfachen Zusammenhängen in Alltagssituationen. Im Zusammenhang mit dem Basiskonzept *chemische Reaktionen* sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, einfache Wortgleichungen zu ergänzen und wiederzugeben (siehe Beispielaufgabe „Synthese und Analyse von Wasser“ in Abbildung 2.10).

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 435 bis 504)

Auf Kompetenzstufe II (Mindeststandard) können Schülerinnen und Schüler Zusammenhänge beschreiben und diese auf ähnliche Situationen übertragen sowie zur Erklärung von Phänomenen nutzen. Vor dem Hintergrund der beiden Basiskonzepte *Struktur-Eigenschafts-Beziehungen* und *Stoff-Teilchen-Beziehungen* bedeutet dies, dass einfache Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaft hergestellt und einfache chemische Ordnungsprinzipien, wie zum Beispiel Siedetemperaturen, sowie einfache Abstraktionen, wie das Teilchenmodell, auf vorgegebene Beispiele angewendet werden können. Anhand von angegebenen Informationen können auch erste Zusammenhänge selbstständig formuliert werden. Chemische Reaktionen können im Falle einfacher Beispiele mit Wortgleichungen beschrieben werden, grundlegende Merkmale werden chemischen Reaktionen zugeordnet und deren energetische Beeinflussung wird erkannt. Dies zeigt das Aufgabenbeispiel „Wasserstoffauto“ in Abbildung 2.10, in dem Energiefreisetzung und Energieeinsatz in Verbindung mit der Synthese und Analyse von Wasser beschrieben werden, wobei die Schülerinnen und Schüler die Rolle des Energieeinsatzes verstanden haben müssen.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 505 bis 604)

Schülerinnen und Schüler, deren Fähigkeiten der Kompetenzstufe III (Regelstandard) entsprechen, können Basiskonzepte auf einfache Beispiele anwenden. Dies bedeutet für die Basiskonzepte *Struktur-Eigenschafts-Beziehungen* und *Stoff-Teilchen-Beziehungen*, dass sie den Aufbau der Materie auf submikroskopischer Ebene beschreiben und Phänomene und Eigenschaften auch auf Teilchenebene erklären können. Sie können Summenformeln interpretieren, Ordnungsprinzipien, wie zum Beispiel das Periodensystem der Elemente, beschreiben und Schlussfolgerungen daraus ziehen. Etwas allgemeiner formuliert bedeutet dies, dass sie in der Lage sind, chemische Zusammenhänge auf Basis eines einfachen konzeptuellen Verständnisses zu erklären. Übertragen auf das Basiskonzept *chemische Reaktionen* zeigen sich diese Fähigkeiten am Ausgleichen von Edukt- und Produktverhältnissen, an der Beschreibung der Umkehrbarkeit von Reaktionen und der Zuordnung von Energieverläufen zu Reaktionen. Das Aufgabenbeispiel in Abbildung 2.10 konkretisiert diese allge-

Abbildung 2.10: Kompetenzstufen I–III des Kompetenzbereichs *Fachwissen* im Fach Chemie

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Abbildung 2.11: Kompetenzstufen IV–V des Kompetenzbereichs *Fachwissen* im Fach Chemie

V

825

Technischer Kreislauf des Kalks:

Eine Firma baut in Steinbrüchen Kalkstein (Calciumcarbonat, CaCO_3) ab. Dieser wird vorwiegend als Branntkalk (Calciumoxid, CaO) weiterverkauft und muss dazu auf ca. 1000°C erhitzt werden. Dieser Vorgang heißt Kalkbrennen. Dabei entweicht Kohlenstoffdioxid (CO_2).

Gibt man zu Calciumoxid Wasser (H_2O), so wird Branntkalk „gelöscht“. Es entsteht Löschkalk (Calciumhydroxid, Ca(OH)_2). Zum „Abbinden“ muss der Löschkalk Kohlenstoffdioxid aus der Luft aufnehmen. Der dabei entstehende Kalkstein ist fest. Gleichzeitig verdunstet Wasser.

Gibt man verdünnte Salzsäure (HCl) auf Kalkstein (CaCO_3), so wird er zersetzt. Dabei entstehen unter anderem Kohlenstoffdioxid und Calciumchlorid (CaCl_2). Wegen der leicht wahrnehmbaren Entwicklung des Gases (Aufschäumen) dient diese Reaktion als Nachweis für Kalkstein und andere Carbonate.

Stelle das Reaktionsschema/die Reaktionsgleichung für den **Nachweis von Calciumcarbonat** auf.

$\text{CaCO}_3 + \underline{\hspace{2cm}} \rightarrow \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}}$

IV

605

650

Reaktionsgleichungen:

Die Reaktionsgleichung bringt zum Ausdruck, welche Stoffe vor der Reaktion vorliegen und welche danach. Der Reaktionspfeil (\rightarrow) zeigt die Stoffumwandlung an. Links vom Reaktionspfeil stehen die Ausgangsstoffe. Sie sind nach der Reaktion verbraucht. Rechts vom Reaktionspfeil stehen die Produkte. Sie entstehen erst durch die Reaktion.

Beispiel:

Bei der Knallgasreaktion entsteht aus den beiden Gasen Wasserstoff und Sauerstoff Wasser. Die Reaktionsgleichung lautet

Wasserstoff + Sauerstoff \rightarrow Wasser

Schreibe die Reaktionsgleichung (mit chemischen Formeln) für folgende Darstellung im Teilchenmodell auf.

$\underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} \rightarrow \underline{\hspace{2cm}}$

○ Wasserstoffatom (H)
● Kohlenstoffatom (C)

III

505

II

435

I

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

meinen Beschreibungen durch die Erklärung der Zunahme der Feststoffmasse bei der Reaktion von Zink mit Sauerstoff.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 605 bis 679)

Die Kompetenzstufe IV (Regelstandard plus) zeichnet sich dadurch aus, dass Schülerinnen und Schüler die Basiskonzepte selbstständig anwenden und zur Erklärung chemischer Zusammenhänge verwenden können. Bezogen auf die Basiskonzepte *Struktur-Eigenschafts-Beziehungen* und *Stoff-Teilchen-Beziehungen* können sie aus Daten Stoffeigenschaften erschließen und diese auch für analytische Verfahren nutzen. Bezogen auf die Basiskonzepte *chemische Reaktionen* und *energetische Betrachtungen bei Stoffumwandlungen* sind sie in der Lage, bei vorgegebenen Edukten und Produkten selbstständig Reaktionsgleichungen aufzustellen (siehe Aufgabenbeispiel in Abbildung 2.11) und einfache stöchiometrische Berechnungen vorzunehmen, Reaktionstypen zu unterscheiden, Einflussgrößen auf den Reaktionsverlauf zu beurteilen und den Einsatz von Katalysatoren sowie chemische Kreisprozesse zu beschreiben. Sie können auf dieser Kompetenzstufe also in komplexen Sinnzusammenhängen chemische Fakten und Zusammenhänge auch unter Zuhilfenahme von Vorwissen erklären und Schlussfolgerungen aus vorgegebenen Abstraktionen ziehen.

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 680)

Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufe V (Optimalstandard) wenden die Basiskonzepte selbstständig zur Erklärung von Sachverhalten auf der Diskontinuumsebene an. Sie können lebensweltliche Phänomene, Situationen und Probleme aus chemischer Perspektive selbstständig erklären und Abstraktionen vornehmen und sie verfügen über ein vertieftes Verständnis der Basiskonzepte. Bezogen auf die Basiskonzepte *Struktur-Eigenschafts-Beziehungen* und *Stoff-Teilchen-Beziehungen* wählen und nutzen sie selbstständig Stoffeigenschaften für analytische Verfahren und reflektieren den Aufbau der Materie auf submikroskopischer Ebene. Bezogen auf das Basiskonzept *chemische Reaktionen* können sie Zusammenhänge selbstständig in Reaktionsgleichungen (Formelschreibweise) ausdrücken, Berechnungen zu Stoffmengen- oder Konzentrationsangaben durchführen und die Mehrstufigkeit von Reaktionsprozessen beschreiben. Ein Beispiel hierfür liefert die Aufgabe in Abbildung 2.11, bei der die Reaktionsgleichung beziehungsweise das Reaktionsschema für den Nachweis von Calciumcarbonat formuliert werden muss.

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Kompetenzstufe I (Punktwerte unter 415)

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* kennen Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufe I einfache Versuchsanordnungen und Modelle und können überprüfbare Fragestellungen erkennen. Einfache Sicherheitsregeln können von ihnen benannt werden. Bezogen auf den Kompetenzteilbereich *naturwissenschaftliche Untersuchungen* geben die Schülerinnen und Schüler einfache chemiebezogene Fragestellungen wieder, wählen notwendige Experimentiergeräte und richtige Handlungsschritte zur Durchführung von Experimenten aus und können aus vorgegebenen Trends einfache Schlussfolgerungen ziehen. Dies illustriert das Aufgabenbeispiel „Rosten“ in Abbildung 2.12, bei dem

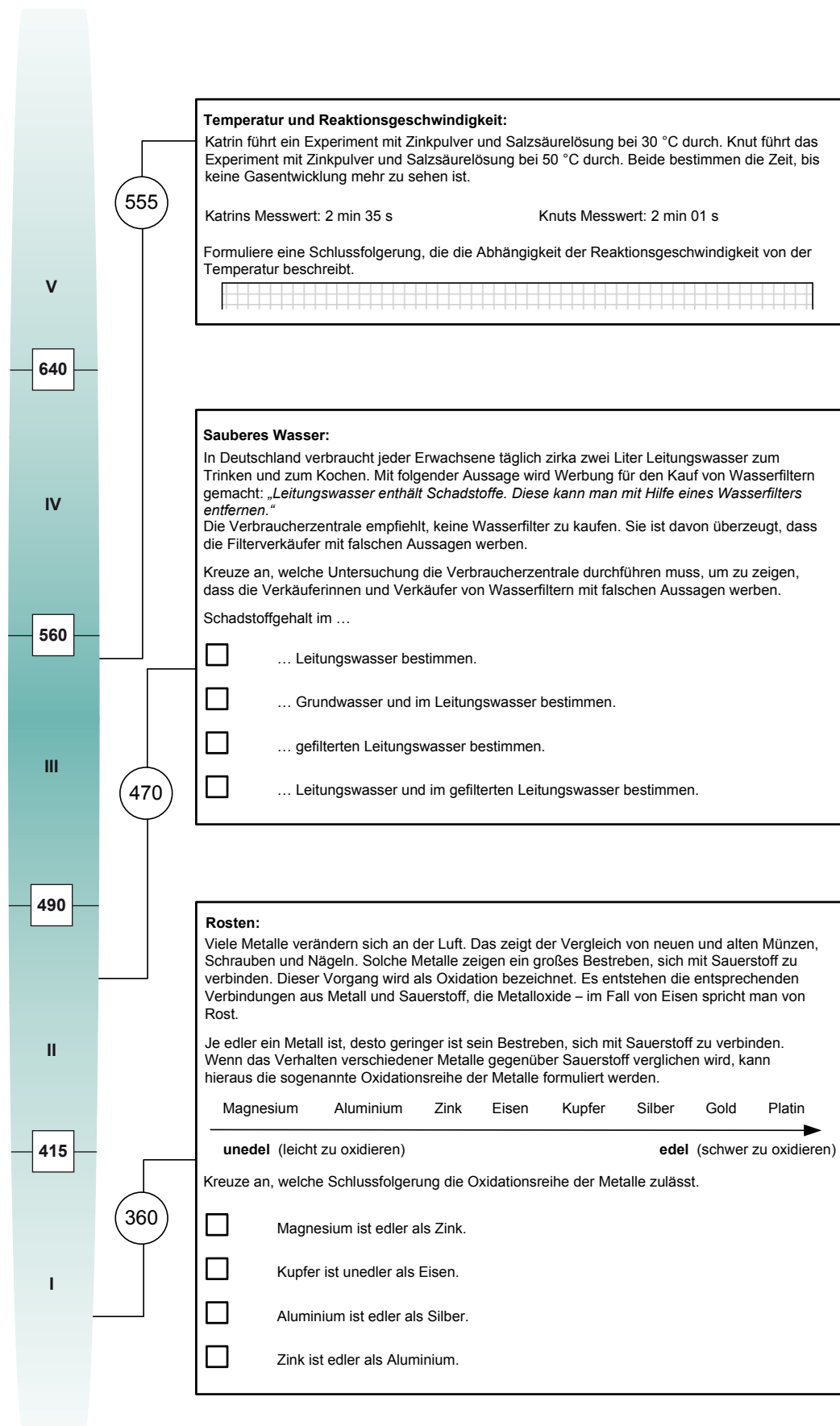
es darum geht, aus vorgegebenen Daten – in diesem Fall der Oxidationsreihe der Metalle – eine Schlussfolgerung nach vorgegebenen Regeln zu ziehen. Bezogen auf den Kompetenzteilbereich *naturwissenschaftliche Modellbildung* sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, erste, einfache Teilchenmodelle (z.B. Kugelteilchenmodell) auf einfache Phänomene anzuwenden und geeignete Modelle auswählen, um Phänomene zu beschreiben (z.B. Teilchenbewegung). Dem Teilbereich *wissenschaftstheoretische Reflexion* ist auf dieser Kompetenzstufe die Fähigkeit zuzuordnen, elementare Bezüge zwischen Erkenntnissen der Chemie und gesellschaftlichen Entwicklungen zu benennen.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 415 bis 489)

Auf Kompetenzstufe II (Mindeststandard) können Schülerinnen und Schüler einzelne Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung identifizieren sowie einfache Modelle nutzen und anwenden. Sicherheitsregeln können sie auf konkrete Situationen anwenden. Im Kompetenzteilbereich *naturwissenschaftliche Untersuchungen* identifizieren sie chemiebezogene Fragestellungen in lebensweltlichen Zusammenhängen, planen einfache Experimente und können deren Eignung zur Prüfung von einfachen Hypothesen beurteilen. Dies illustriert das Aufgabenbeispiel „Sauberes Wasser“ in Abbildung 2.12, bei dem eine Untersuchung zur Überprüfung der Eignung von Wasserfiltern ausgewählt werden muss. Außerdem können die Schülerinnen und Schüler aus experimentellen Beobachtungen einfache Schlussfolgerungen ableiten. Mit Blick auf den Kompetenzteilbereich *naturwissenschaftliche Modellbildung* sind sie ebenfalls zum Ableiten von einfachen Schlussfolgerungen aus Modelldarstellungen in der Lage, ordnen modellhafte Darstellungen einem chemischen Sachverhalt zu und beziehen Aussagen des Dalton-Modells auf naturwissenschaftliche Fragestellungen.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 490 bis 559)

Die Kompetenzstufe III (Regelstandard) zeichnet sich dadurch aus, dass die Schülerinnen und Schüler hier in der Lage sind, naturwissenschaftliche Methoden der Erkenntnisgewinnung und Modelle in einfachen fachlichen Zusammenhängen anzuwenden. Mit Blick auf den Sicherheitsaspekt können sie jetzt selbstständig über geeignete Sicherheitsmaßnahmen entscheiden. Im Kompetenzteilbereich *naturwissenschaftliche Untersuchungen* können sie chemiebezogene Fragestellungen ableiten, die sich mit einem Experiment beantworten lassen. Sie planen einfache Experimente zur Überprüfung von Hypothesen unter Berücksichtigung von Kontrollvariablen und können generell verschiedene Parameter (mehrere Variablen) beim Auswählen oder Planen von Experimenten berücksichtigen. Die Aufgabenstellung in Abbildung 2.12 verdeutlicht dies am Beispiel der Reaktion von Zinkpulver mit Salzsäurelösung, bei der eine datenbasierte Schlussfolgerung zur Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit gezogen werden muss. Auf dieser Kompetenzstufe gelingt auch das Planen von Versuchsreihen zur Prüfung einer Hypothese. Schülerinnen und Schüler finden in erhobenen Daten Strukturen und Beziehungen und ziehen daraus geeignete Schlussfolgerungen. Bezogen auf den Kompetenzteilbereich *naturwissenschaftliche Modellbildung* können die Schülerinnen und Schüler Aussagen aus differenzierten Atommodellen (z.B. Schalenmodell) auf naturwissenschaftliche Fragestellungen beziehen, die Eignung von verschiedenen Modellen zur Darstellung chemischer

Abbildung 2.12: Kompetenzstufen I–III des Kompetenzbereichs *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Abbildung 2.13: Kompetenzstufen IV–V des Kompetenzbereichs *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie

Kristalle:

Ein Kristallgitter ist eine dreidimensionale, sich regelmäßig wiederholende Anordnung von Teilchen. Beispiele sind Metall- und Salzkristalle.

Salzkristalle (Abb. 1) bestehen aus mindestens zwei Teilchenarten. Hier wirken Anziehungskräfte zwischen entgegengesetzt geladenen Ionen.

Metallkristalle (Abb. 2) bestehen nur aus einer Teilchenart. Hier sind Atomrümpfe durch ein Elektronengas miteinander verbunden. Atomrümpfe entstehen dadurch, dass Atome Elektronen abgeben, die nicht von einem benachbarten Atom aufgenommen werden, sondern sich zwischen den Atomrümpfen frei bewegen. Sie bilden das Elektronengas.

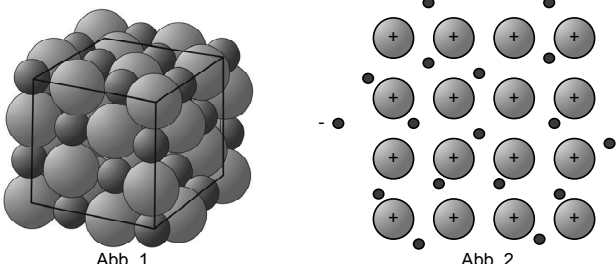


Abb. 1 Abb. 2

Die frei beweglichen Elektronen sind nicht nur für die elektrische Leitfähigkeit verantwortlich, sondern auch für die Wärmeleitfähigkeit.

Ziehe daraus eine Schlussfolgerung zur Wärmeleitfähigkeit von Metall- und Salzkristallen.

Metallkristalle _____, weil ...

Salzkristalle _____, weil ...

Temperatur und Reaktionsgeschwindigkeit:

Im Chemieunterricht soll die Frage geklärt werden, ob die Temperatur der Ausgangsstoffe Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit hat.

Welche der folgenden Kombinationen V_1 – V_4 ist geeignet, um diese Frage zu beantworten? Kreuze die richtige Kombination an.

	Versuch	Masse des Zinkstückes	Volumen an Salzsäurelösung	Temperatur der Salzsäurelösung
<input type="checkbox"/>	V_1	5 g	10 mL	30 °C
		5 g	10 mL	50 °C
<input type="checkbox"/>	V_2	5 g	10 mL	30 °C
		10 g	5 mL	50 °C
<input type="checkbox"/>	V_3	10 g	10 mL	30 °C
		10 g	10 mL	30 °C
<input type="checkbox"/>	V_4	10 g	10 mL	30 °C
		5 g	10 mL	50 °C

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Sachverhalte beurteilen und Schlussfolgerungen auf Basis von Informationen aus dem Periodensystem der Elemente ziehen.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 560 bis 639)

Auf der Kompetenzstufe IV (Regelstandard plus) können Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Methoden der Erkenntnisgewinnung begründet auswählen und in komplexen Zusammenhängen nutzen. Aufgeschlüsselt nach Kompetenzteilbereichen bedeutet dies für den Teilbereich *naturwissenschaftliche Untersuchungen*, dass die Schülerinnen und Schüler chemiebezogene Fragestellungen, die sich mit einem Experiment beantworten lassen, selbstständig entwickeln, komplexe Experimente unter Berücksichtigung von Kontrollvariablen planen (siehe das Aufgabenbeispiel „Temperatur und Reaktionsgeschwindigkeit“ in Abbildung 2.13), vorgegebene komplexe Experimente auswerten und auf Basis von komplexen Datensätzen Schlussfolgerungen ziehen können. Für den Teilbereich *naturwissenschaftliche Modellbildung* gilt entsprechend, dass sie mit differenzierten Atom-, Molekül- und Bindungsmodellen umgehen (z. B. Oktettregel anwenden), modellhafte Darstellungen verschiedenen Bindungstypen zuordnen und komplexe Modelldarstellungen (z. B. Strukturmodelle) zum Ableiten von Schlussfolgerungen nutzen können.

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 640)

Auf Kompetenzstufe V (Optimalstandard) berücksichtigen die Schülerinnen und Schüler Möglichkeiten und Grenzen von Experimenten und Modellen. Dies gilt z. B. für die Aussagekraft von Experimenten zur Beantwortung einer chemiebezogenen Fragestellung. Die Schülerinnen und Schüler sind auf dieser Kompetenzstufe in der Lage, komplexe Experimente und Versuchsreihen unter Einbeziehung von Blindproben und Vergleichsexperimenten zu planen und auszuwerten. Sie können ferner differenzierte Atommodelle und Molekülmodelle auf neue Beispiele anwenden und Aussagen aus Modellen und Theorien ableiten. Dies illustriert das Aufgabenbeispiel „Kristalle“ in Abbildung 2.13, bei dem aufgrund der Modelldarstellungen zum Aufbau unterschiedlicher Stoffe Schlussfolgerungen über die Stoffeigenschaften gezogen werden müssen.

2.3.3 Kompetenzstufenmodelle im Fach Physik

Alexander Kauertz, Hans E. Fischer und Malte Jansen

Für das Fach Physik wurden die in Tabelle 2.4 dargestellten Kompetenzstufengrenzen festgelegt. Die Kompetenzstufenmodelle, die im Folgenden näher beschrieben werden sollen, umfassen für jeden Kompetenzbereich fünf Kompetenzstufen, wobei die Kompetenzstufe I nach unten und die Kompetenzstufe V nach oben offen ist.

Tabelle 2.4: Kompetenzstufengrenzen für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik

Kompetenzstufen	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	
V	660 und darüber	640 und darüber	Optimalstandard
IV	580 bis 659	560 bis 639	Regelstandard plus
III	480 bis 579	460 bis 559	Regelstandard
II	410 bis 479	390 bis 459	Mindeststandard
I	unter 410	unter 390	

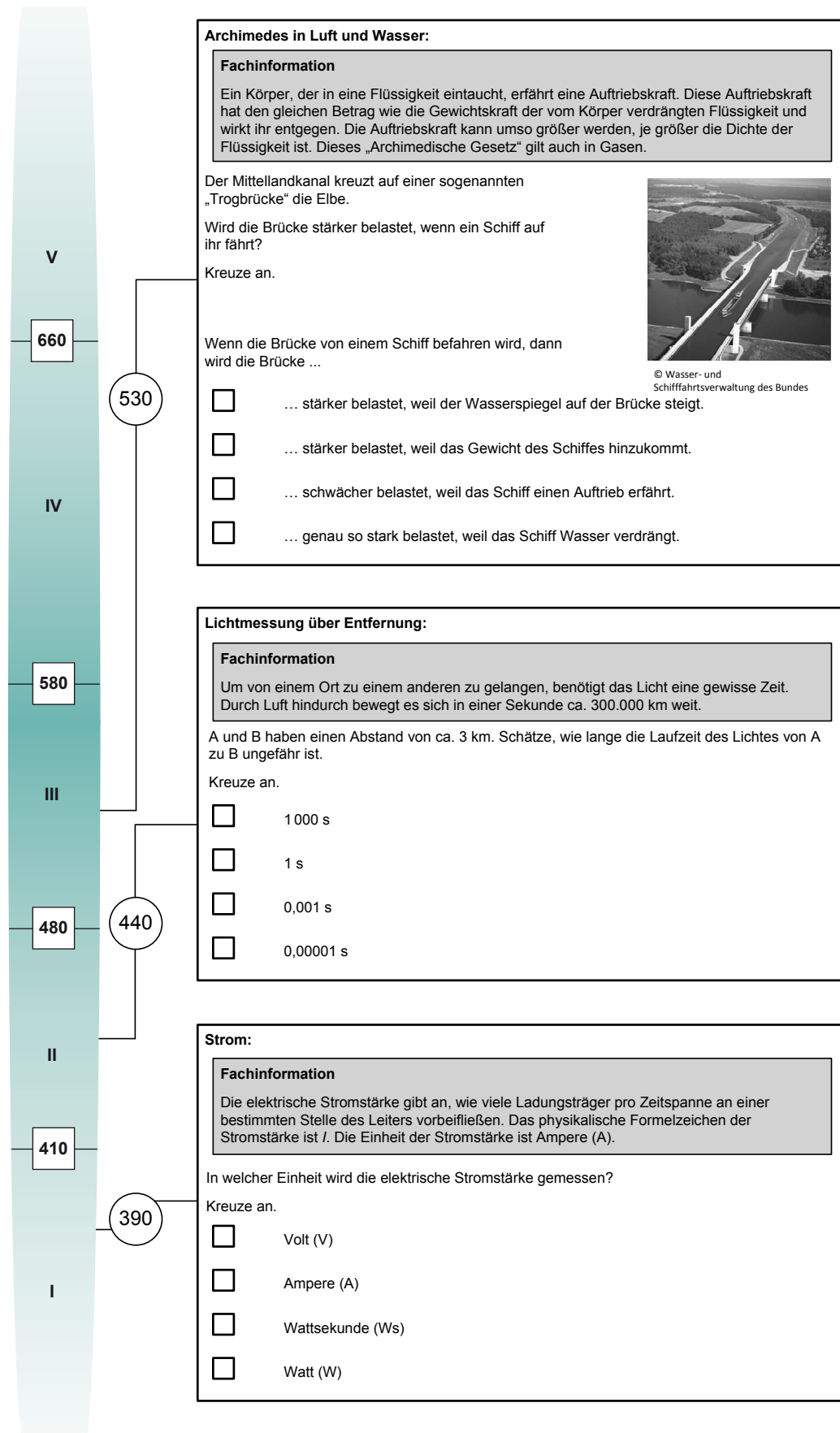
Kompetenzbereich *Fachwissen*

Kompetenzstufe I (Punktwerte unter 410)

Auf der Kompetenzstufe I können Schülerinnen und Schüler physikalische Bezüge in lebensweltlichen Zusammenhängen wiedergeben und identifizieren. Im Hinblick auf den Umgang mit dem Basiskonzept *Energie* bedeutet dies, dass sie unter anderem vorgegebene Energieformen und ihre Umwandlungen in lebensweltlichen Zusammenhängen wiedergeben können. In Bezug auf das Basiskonzept *Materie* wird von ihnen zum Beispiel erwartet, dass sie zwischen den Aggregatzuständen unterscheiden können oder Körper anhand von Eigenschaften, die einfacher Messung zugänglich sind, wie etwa Volumen oder Temperatur, unterscheiden können. Beim Basiskonzept *Wechselwirkung* können sie unter anderem von einer Wirkung auf eine Kraft schließen, Gleichgewichte und mögliche Störungen des Gleichgewichts erkennen. Sie kennen ebenfalls Wirkungen und Attribute des elektrischen Stromes (siehe Aufgabe „Strom“ in Abbildung 2.14). Das Problemlösen auf der einfachsten Stufe besteht im Wesentlichen darin, Aufgaben mit physikalischen Bezügen nach vorgegebenen Mustern zu lösen. Schülerinnen und Schüler, die diese Aufgaben lösen, können in alltagsnahen einfachen Situationen physikalische Aussagen mit lebensweltlichen Erfahrungen verknüpfen und damit physikalische Informationen in solchen Kontexten berücksichtigen. Werden ihnen einfache alltagsnahe Modelle vorgegeben, können sie einfache Aussagen identifizieren und wiedergeben, die zu diesen Modellen passen.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 410 bis 479)

Das Erreichen der Kompetenzstufe II (Mindeststandard) erfordert das Wiedergeben und Anwenden von elementaren physikalischen Zusammenhängen. Dazu gehört zum Beispiel, dass die Schülerinnen und Schüler Situationen anhand ein-

Abbildung 2.14: Kompetenzstufen I–III des Kompetenzbereichs *Fachwissen* im Fach Physik

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Abbildung 2.15: Kompetenzstufen IV–V für den Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Physik

V

660

IV

580

III

655

480

II

410

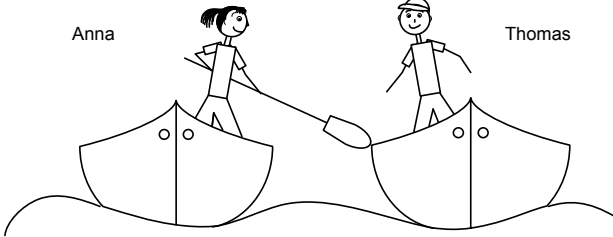
I

Kräfte bei Bewegungen:

Fachinformation

Wechselwirkungsgesetz:

Wenn zwei Körper aufeinander einwirken, wirkt auf jeden Körper eine Kraft. Diese Kräfte sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet.



Anna Thomas

Anna und Thomas befinden sich in zwei verschiedenen Ruderbooten dicht nebeneinander auf einem See. Anna drückt mit einem Ruder gegen Thomas' Boot.

Erkläre, warum sich beide Boote und nicht nur Thomas' Boot bewegen.

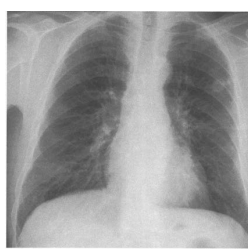
Röntgenstrahlung:

Fachinformation

Röntgenstrahlen können Stoffe durchdringen, ein Teil der Strahlung wird dabei jedoch stets verschluckt („absorbiert“).

Röntgenstrahlen können einen Fotofilm schwärzen: Je mehr Strahlung auf eine bestimmte Stelle des Films trifft, desto dunkler wird diese Stelle.

Bei der Aufnahme eines Röntgenbildes wird der Körper von der einen Seite mit Röntgenstrahlen bestrahlt. Auf der anderen Seite des Körpers befindet sich ein Fotofilm, auf dem das Röntgenbild entsteht.



Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Kreuze an.

☐

Röntgenstrahlen schwärzen den Film entsprechend der Helligkeit der jeweils durchstrahlten Objekte.

☐

Röntgenstrahlen werden vom Knochen stärker verschluckt als von Muskeln oder Gewebe.

☐

Röntgenstrahlen regen insbesondere Knochen entsprechend ihrer Dicke zur Abgabe von Strahlung an.

☐

Die dunklen Zonen auf dem Film geben an, wo die Röntgenstrahlen im Brustkorb besonders stark verschluckt werden.

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

zelter Energieformen, deren Umwandlung und Energieerhaltung beschreiben können. Sie kennen Beispiele für die Strukturiertheit von Materie und können die daraus resultierenden Eigenschaften (Aggregatzustände, Festigkeit, Formen, Volumen, Brown'sche Bewegung) beschreiben. Hinsichtlich des Basiskonzepts *Wechselwirkung* sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, unterschiedliche Wirkungen von Kräften zu beschreiben. Bezogen auf das Basiskonzept *System* kennen sie grundlegende Gleichgewichtszustände in der Mechanik, Wärmelehre und Elektrizitätslehre und können Veränderungen beschreiben, die zum Beispiel durch Ströme hervorgerufen werden. Probleme können mit Hilfe von Musterlösungen (Prototypen) zu physikbezogenen Aufgaben gelöst werden. Der eigene Lösungsweg kann von den Schülerinnen und Schülern beschrieben werden. Funktionale Zusammenhänge, Gesetzmäßigkeiten, Größenordnungen und Messvorschriften können in Kontexten anhand von Beispielen wiedergegeben werden (siehe Aufgabe „Lichtmessung über Entfernung“ in Abbildung 2.14). Außerdem sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, Kernaussagen einfacher physikalischer Modelle wiederzugeben.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 480 bis 579)

Auf der Kompetenzstufe III (Regelstandard) können Schülerinnen und Schüler Bezüge zwischen Basiskonzepten und funktionalen Zusammenhängen herstellen. Bezüglich des Basiskonzepts *Energie* bedeutet dies, dass sie unterschiedliche Situationen unter Berücksichtigung von Energieformen, ihrer Umwandlung und Erhaltung beschreiben und erklären. Außerdem beschreiben sie mit dem Basiskonzept *Strukturiertheit von Materie* und den daraus resultierenden Eigenschaften von Materie unterschiedliche Situationen. Das Basiskonzept *Wechselwirkung* nutzen sie, um Veränderungen von Körpern oder deren Bewegungsänderung auf die Wirkung von Kräften, Feldern und Strahlung zurückzuführen. Mit dem Basiskonzept *System* beschreiben sie unterschiedliche Situationen hinsichtlich der bestehenden Gleichgewichtszustände und ihrer Veränderungen. Zur Lösung von Aufgaben und Problemen nutzen die Schülerinnen und Schüler auf dieser Stufe physikalische Kenntnisse von funktionalen Zusammenhängen, Gesetzmäßigkeiten oder Grundprinzipien (siehe Aufgabe „Archimedes in Luft und Wasser“ in Abbildung 2.14). Diese Kenntnisse wenden sie in verschiedenen, einfach strukturierten Alltagssituationen an, die zum Beispiel in Zeitschriften oder im Internet zu finden sind. Bei der Anwendung von Begriffen, Analogien und Modellen nutzen sie die Kernaussagen einfacher Modelle und ziehen Analogien zur Lösung von Aufgaben und Problemen heran. Die Schülerinnen und Schüler können dabei physikalisches Wissen in Form von symbolischen Darstellungen (z. B. Vektoren, Kennlinien, Schaltzeichnungen) und entsprechenden Parametern wiedergeben und nutzen.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 580 bis 659)

Die Kompetenzstufe IV (Regelstandard plus) erreichen Schülerinnen und Schüler, die bekannte Aufgaben- und Problemlösungen auf neue Situationen transferieren können. Dazu können sie unterschiedliche neue Situationen unter Berücksichtigung von Energieformen, ihrer Umwandlung und Erhaltung unter Berücksichtigung der Strukturiertheit von Materie, den daraus resultierenden Eigenschaften sowie mechanischen, thermischen und elektrischen Gleichgewichtszuständen und ihren Veränderungen beschreiben sowie qualitativ und in Ansätzen quantitativ erklären. Veränderungen in vielschichtigen, hierarchisch und

auch horizontal vernetzten Vorgängen führen sie auf die Wirkung von Kräften, Feldern und Strahlung zurück. Bei der Lösung neuer Aufgaben und Probleme nutzen sie physikalische Kenntnisse. In physikbezogenen Aufgaben und Problemen können sie Lösungen beschreiben; in neuen und einfach strukturierten Kontexten wenden sie physikalisches Wissen an und stellen Bezüge zu den Basiskonzepten her. Bei der Anwendung von Modellen nutzten die Schülerinnen und Schüler Modelle und Analogien zur Lösung ihnen zuvor unbekannter Probleme. Sie können Phänomene, Situationen und Probleme aus physikalischer Perspektive erklären, physikalische Gesetzmäßigkeiten in neuen Situationen erkennen und für Erklärungen und Problemlösungen Schlussfolgerungen daraus ziehen (siehe Aufgabe „Röntgenstrahlung“ in Abbildung 2.15).

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 660)

Auf der Kompetenzstufe V (Optimalstandard) wenden Schülerinnen und Schüler theoretische Konzepte zur Lösung von Problemen an. Sie analysieren unterschiedliche komplexe Situationen unter Berücksichtigung von Energieformen, ihrer Umwandlung und Erhaltung und erklären sie quantitativ und qualitativ. Analoge Operationen können sie auch unter Berücksichtigung der Strukturiertheit von Materie und den daraus resultierenden Eigenschaften (Aggregatzustände, Festigkeit, Formen, Volumen, Brown'sche Bewegung) sowie unter Berücksichtigung von Gleichgewichtszuständen (mechanisch, thermisch, elektrisch) und ihren Veränderungen (z.B. durch Ströme) durchführen. Veränderungen in komplexen Vorgängen beschreiben sie mit der Wirkung von Kräften, Feldern und Strahlung differenziert (siehe Aufgabe „Kräfte in Bewegungen“ in Abbildung 2.15). Sie können selbstständig physikalische Konzepte identifizieren, die zur Lösung von Aufgaben und Problemen benötigt werden, und selbstständig physikbezogene Aufgaben- beziehungsweise Problemlösungen entwickeln. Innerhalb von komplexen fachlichen, technischen und gesellschaftlichen Kontexten wenden sie die Basiskonzepte an, um diese zu verstehen. Dabei nutzen sie gegebene Modelle und Analogien zur Lösung von komplexen Problemen. Phänomene, Situationen und Probleme erklären sie aus physikalischer Perspektive eigenständig und sie sind in der Lage, physikalische Gesetzmäßigkeiten in komplexen Situationen zu erkennen und für Erklärungen oder Problemlösungen Schlussfolgerungen daraus ziehen.

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Kompetenzstufe I (Punktwerte unter 390)

Schülerinnen und Schüler auf der Kompetenzstufe I können eine Fragestellung identifizieren, die in der Beschreibung einer physikalischen Untersuchung genannt wird und Objekte und Situationen anhand ihrer physikalischen Ausprägungen mit Hilfe von Variablen unterscheiden. Sie ordnen Bezeichnungen, Beobachtungen, Vermutungen und Erklärungen gegebenen Situationen zu und identifizieren beziehungsweise beschreiben einzelne Schritte in der Darstellung und Dokumentation eines Experiments unter Berücksichtigung der Fragestellung (siehe Aufgabe „Untersuchungen zum elektrischen Widerstand“ in Abbildung 2.16). Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, dem Verlauf eines gegebenen Graphen eine vorgegebene physikalische Interpretation zuzuordnen. Sie können den Zusammenhang zwischen einem gegenständlichen Modell und einer realen Situation identifizieren oder herstellen. In der (z. B. historischen)

Beschreibung eines physikalischen Erkenntnisprozesses geben sie einzelne Schritte wieder.

Kompetenzstufe II (Punktwerte von 390 bis 459)

Auf der Kompetenzstufe II (Mindeststandard) gelingt es Schülerinnen und Schülern, eine Fragestellung wiederzugeben, die sich auf eine Untersuchung mit wenigen Variablen bezieht; sie können dabei auch Variablen in einer gegebenen Situation identifizieren. In konkreten Situationen erkennen und benennen sie Beobachtungen, Vermutungen und Erklärungen und sie können Vermutungen auf der Basis gegebener Phänomene und Zusammenhänge identifizieren (siehe Aufgabe „Bewegung eines Wagens“ in Abbildung 2.16). Sie vollziehen Experimente unter Berücksichtigung von Hypothesen nach und sind in der Lage, dabei gegebene Messwerte in ein Diagramm einzutragen und passende Schlussfolgerungen zu identifizieren. Sie können Werte von bekannten Messgeräten ablesen sowie in vorgegebenen Tabellen und Graphen funktionale Zusammenhänge erkennen und benennen. Technische und natürliche Prozesse beschreiben sie mit Analogien und Modellvorstellungen. Wird ihnen eine Entwicklung oder Veränderung physikalischer Erkenntnisse beschrieben, so können sie den Anlass dieser Entwicklung oder Veränderung in der Beschreibung identifizieren.

Kompetenzstufe III (Punktwerte von 460 bis 559)

Die Kompetenzstufe III (Regelstandard) erfordert die Fähigkeit, aus gegebenen Fragestellungen diejenigen auszuwählen, die einer physikalischen Untersuchung mit wenigen Variablen zugrunde liegen. Schülerinnen und Schüler können vorgegebene Idealisierungen (z.B. Reibungsfreiheit, Massepunkt, masselose Objekte) erkennen und die zwei relevanten Variablen eines Zusammenhangs in einer gegebenen Fragestellung identifizieren. Sie können zwischen Beobachten, Vermuten und Erklären unterscheiden sowie für Zusammenhänge mit zwei Variablen Hypothesen identifizieren und formulieren (siehe Aufgabe „Schallgeschwindigkeit“ in Abbildung 2.16). Unter Anleitung planen sie Experimente unter Berücksichtigung von Hypothesen und Variablenkontrolle, werten diese quantitativ aus (z.B. unter Verwendung von Diagrammen oder Formeln) und interpretieren die Ergebnisse (z.B. auch mittels einfacher Fehlerdiskussion). Die Messverfahren können sie beschreiben und anhand von vorgegebenen funktionalen Zusammenhängen passende Daten aus Tabellen und Diagrammen entnehmen. Sie sind ferner in der Lage, eigene Daten mit Referenzwerten zu vergleichen. Die Schülerinnen und Schüler können Analogien und Modellvorstellungen verwenden, um Vorhersagen zu begründen und Erkenntnisse zu gewinnen. Sie benennen zudem Merkmale von Entwicklungen und Veränderungen physikalischer Erkenntnisse.

Kompetenzstufe IV (Punktwerte von 560 bis 639)

Schülerinnen und Schüler auf der Kompetenzstufe IV (Regelstandard plus) können Fragestellungen identifizieren und formulieren, die in einer gegebenen physikalischen Untersuchung beantwortet werden. Sie beschreiben Idealisierungen und können zu einer gegebenen Fragestellung in (funktionalen) Zusammenhängen mit wenigen Variablen die relevanten Variablen identifizieren. In solchen Zusammenhängen identifizieren und testen sie Hypothesen. Dazu kön-

Abbildung 2.16: Kompetenzstufen I–III des Kompetenzbereichs *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik

V

640

490

Schallgeschwindigkeit:

Jana steht auf einer großen Baustelle. Sie beobachtet einen Arbeiter, der mit einem schweren Hammer einen Eisenstab in den Boden schlägt. Jana fällt auf, dass sie die Schläge erst eine ganze Weile später hört, als dass sie diese sieht. Sie erklärt sich das damit, dass der Schall eine gewisse Zeit braucht, bis er an ihr Ohr gelangt.

Um diese Vermutung zu überprüfen, möchte sie zusammen mit ihrem Freund Pit die Geschwindigkeit von Schall messen: Auf einer langen, geraden Straße schlägt Pit in genau bestimmten Entfernungen von jeweils mehreren hundert Metern gut sichtbar mit einem Hammer auf eine Stahlplatte. Jana misst mit einer Stoppuhr jedes Mal die Zeit zwischen Sehen und Hören des Schlags.

Jana und Pit können voraussetzen, dass sich der Schall bei jeder ihrer Messungen gleich schnell ausbreitet.

Welche Hypothese ist dann bei Janas Experiment sinnvoll?

Kreuze an.

<input type="checkbox"/> Die gemessene Geschwindigkeit wird umso größer sein, je größer die Entfernung ist.	<input type="checkbox"/> Die gemessene Zeit wird umso größer sein, je kleiner die Entfernung ist.
<input type="checkbox"/> Die gemessene Geschwindigkeit wird umso kleiner sein, je größer die Entfernung ist.	<input type="checkbox"/> Die gemessene Zeit wird umso größer sein, je größer die Entfernung ist.

IV

560

Bewegung eines Wagens:

Bei einem Experiment (Bild 1) wird ein Wagen aus dem Stand so lange beschleunigt, bis das Gewichtsstück den Fußboden erreicht hat. Anschließend bewegt sich der Wagen bis zum Ende der waagerechten Tischplatte mit annähernd gleichbleibender Geschwindigkeit weiter. Während der gesamten Bewegung erfolgt fortlaufend die Messung des zurückgelegten Weges und der dazugehörigen Zeit. Aus diesen Wertepaaren können Geschwindigkeit und Beschleunigung bestimmt werden.

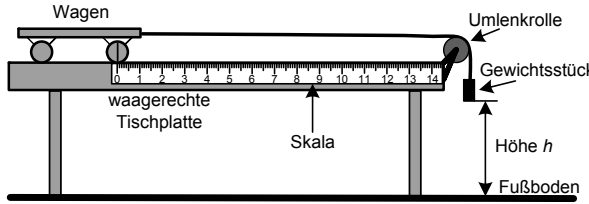


Bild 1

In einem weiteren Experiment wird eine Kiste in den Fallweg des Gewichtsstücks gestellt (Bild 2). Die übrige Experimentieranordnung bleibt unverändert.

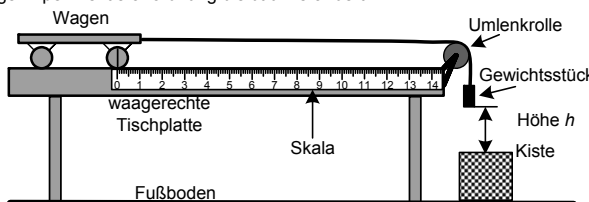


Bild 2

Wie wirkt sich das Aufstellen der Kiste auf die Bewegung des Wagens aus?

Kreuze an.

<input type="checkbox"/> Die Geschwindigkeit des Wagens nimmt bis zum Tischende immer zu.
<input type="checkbox"/> Die maximal erreichbare Geschwindigkeit ist größer als beim Experiment ohne Kiste.
<input type="checkbox"/> Der Weg, auf dem der Wagen beschleunigt, ist kürzer als beim Experiment ohne Kiste.
<input type="checkbox"/> Der Weg, auf dem der Wagen beschleunigt, ist länger als beim Experiment ohne Kiste.

III

460

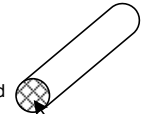
425

Untersuchungen zum elektrischen Widerstand:

Ina hat gelernt, dass der elektrische Widerstand eines Kupferdrahtes von seiner Länge und von der Größe seiner Querschnittsfläche abhängt.

Nun soll Ina in einem Experiment untersuchen, ob der elektrische Widerstand eines Drahtes auch von dem Material abhängt. Sie hat zwei Drähte zur Verfügung: einen Draht aus Eisen und einen aus Kupfer. Beide Drähte sind 1,00 m lang und haben eine Querschnittsfläche von 0,1 mm².

In welcher Eigenschaft unterscheiden sich die beiden Drähte?



Querschnittsfläche

Kreuze an. Sie unterscheiden sich ...

<input type="checkbox"/> ... in ihrer Querschnittsfläche.	<input type="checkbox"/> ... in ihrem Material.
<input type="checkbox"/> ... in ihrer Form.	<input type="checkbox"/> ... in ihrer Länge.

II

390

335

I

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

Abbildung 2.17: Kompetenzstufen IV–V des Kompetenzbereichs *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik

V

640

IV

560

III

460

II

390

I

Messfehler:

Auch wenn man bei Messungen sehr sorgfältig vorgeht und ein hochwertiges Messgerät verwendet, erhält man bei der Messung einer bestimmten Größe oftmals abweichende Messwerte.

Stell dir vor, du hast die Länge eines Bleistifts mit einem Lineal gemessen und 118 mm erhalten. Die Messabweichung des Lineals beträgt ± 1 mm. Das bedeutet, dass der tatsächliche Messwert mit hoher Wahrscheinlichkeit zwischen 117 mm und 119 mm liegt.

Allgemein gilt: Je kleiner die Messabweichungen sind, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Messwerte nur wenig vom tatsächlichen Wert der Messgröße abweichen.

Eine Möglichkeit, die Genauigkeit von Messergebnissen zu erhöhen, besteht darin, ein und dieselbe Größe mehrmals zu messen und daraus den Mittelwert zu bestimmen.

An einem elektrischen Stromkreis werden zwei Messreihen aufgenommen.

Messung 1		Messung 2	
U in V	I in mA	U in V	I in mA
0,00	0,00	0,00	0,00
1,20	0,22	1,10	0,29
1,80	0,30	1,80	0,36
2,40	0,42	2,80	0,40
3,60	0,65	3,60	0,68

U steht dabei für Spannung, V für Volt, I für Strom und mA für Milliampere.

Messung 1

Messung 2

Formuliere ein Kriterium, mit dem entschieden werden kann, welche von den beiden Messungen genauer ist.

Untersuchungen zum elektrischen Widerstand:

Ina hat gelernt, dass der elektrische Widerstand eines Drahtes von seiner Länge, von der Größe seiner Querschnittsfläche und von seinem Material abhängt.

Sie soll ihrer Klasse in einem Vergleichsexperiment mit zwei verschiedenen Drähten vorführen, dass kürzere Drähte einen kleineren elektrischen Widerstand haben als längere. Sie hat folgende Drähte zur Verfügung:

	Material	Länge	Querschnittsfläche
Draht Nr. 1	Eisen	1,00 m	0,1 mm ²
Draht Nr. 2	Kupfer	1,00 m	0,1 mm ²
Draht Nr. 3	Kupfer	1,00 m	0,2 mm ²
Draht Nr. 4	Kupfer	0,25 m	0,1 mm ²

Welche beiden Drähte muss Ina auswählen?

Kreuze an.

☐ Draht Nr. 2 und Draht Nr. 4

☐ Draht Nr. 2 und Draht Nr. 3

☐ Draht Nr. 1 und Draht Nr. 3

☐ Draht Nr. 1 und Draht Nr. 4

Anmerkung. Aus Platzgründen sind die Aufgabenbeispiele in modifiziertem Layout dargestellt.

nen sie Experimente mit vorgegebenen Variablen unter Berücksichtigung von Hypothesen und Variablenkontrolle planen, mit Hilfe von Diagrammen und Formeln auswerten und diese Ergebnisse interpretieren (siehe Aufgabe „Untersuchungen zum elektrischen Widerstand“ in Abbildung 2.17). Bei der Planung können sie Messverfahren begründet auswählen und aus Messdaten auf nicht gemessene Zwischenwerte schließen (interpolieren und extrapolieren). In Tabellen und Diagrammen erkennen sie funktionale Zusammenhänge und können diese beschreiben. Die Qualität der gemessenen Daten schätzen sie durch Referenzwerte ab. Bei der Erklärung vorgegebener Phänomene nutzen sie Elemente zentraler naturwissenschaftlicher Modellierungen, die sie selbst auswählen. Sie sind in der Lage, Einflüsse auf Entwicklungen und Veränderungen physikalischer Erkenntnisse zu identifizieren und die Aussagekraft empirischer Ergebnisse für wissenschaftliche Entwicklungen zu beurteilen.

Kompetenzstufe V (Punktwerte ab 640)

Auf der Kompetenzstufe V (Optimalstandard) identifizieren und formulieren die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen, die in einer physikalischen Untersuchung beantwortet werden. Für die Untersuchungen nehmen sie Idealisierungen vor und sind in der Lage, in komplexen Zusammenhängen zu gegebenen Fragestellungen die relevanten Variablen zu bestimmen sowie Hypothesen zu identifizieren und zu testen. Sie können Experimente mit mehreren Variablen oder zu verschiedenen Fragestellungen unter Berücksichtigung von Hypothesen und Variablenkontrolle planen, quantitativ auswerten, die Ergebnisse interpretieren und beurteilen. Die notwendigen Messverfahren können sie auswählen und bewerten. Bei der Interpretation von Daten geben sie Bedingungen für die Extrapolation und Interpolation von Daten an. Daten aus Tabellen und Diagrammen überführen sie selbstständig in funktionale Zusammenhänge. Komplexe Phänomene erklären sie, indem sie Elemente zentraler naturwissenschaftlicher Modellierungen differenziert und situationsgerecht auswählen und nutzen. Sie können die Einflüsse auf Entwicklungen und Veränderungen physikalischer Erkenntnisse an Beispielen erläutern und die Aussagekraft empirischer Ergebnisse und deren Verallgemeinerung beurteilen (siehe Aufgabe „Messfehler“ in Abbildung 2.17).

Literatur

- IQB (2013a) = Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen. (2013a). (Hrsg.). *Kompetenzstufenmodelle zu den Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Kompetenzbereiche „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“*. Verfügbar unter https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/ksm/KSM_Biologie_1.pdf
- IQB (2013b) = Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen. (2013b). (Hrsg.). *Kompetenzstufenmodelle zu den Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Kompetenzbereiche „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“*. Verfügbar unter https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/ksm/KSM_Chemie_1.pdf
- IQB (2013c) = Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen. (2013c). (Hrsg.). *Kompetenzstufenmodelle zu den Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Kompetenzbereiche „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“*. Verfügbar unter https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/ksm/KSM_Physik_1.pdf

Kapitel 3

Anlage, Durchführung und Auswertung des IQB-Bildungstrends 2018

3.1 Anlage und Durchführung

Nicole Mahler, Stefan Schipolowski und Sebastian Weirich

Im IQB-Bildungstrend 2018 wird überprüft, inwieweit Schülerinnen und Schüler in den Ländern in der Bundesrepublik Deutschland am Ende der Sekundarstufe I zentrale Kompetenzziele im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern erreichen. Insbesondere wird der Frage nachgegangen, welche Anteile der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Jahr 2018 die von der Kultusministerkonferenz (KMK, 2004, 2005a, 2005b, 2005c, 2005d) in den untersuchten Kompetenzbereichen verabschiedeten Regel- und Optimalstandards erreichen beziehungsweise die Mindeststandards verfehlen. Nach dem im Jahr 2012 durchgeführten IQB-Ländervergleich (Pant, Stanat, Schroeders, Roppelt, Siegle & Pöhlmann, 2013) fand im Jahr 2018 zum zweiten Mal eine Überprüfung von Kompetenzen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in der 9. Jahrgangsstufe auf Basis der KMK-Bildungsstandards statt. Daher wird auch untersucht, wie sich die von den Jugendlichen in den einzelnen Ländern erreichten Kompetenzen über diesen Zeitraum von sechs Jahren verändert haben.

Das vorliegende Kapitel beschreibt die Anlage und Durchführung des IQB-Bildungstrends 2018. Dabei werden zunächst die Inhalte der Test- und Fragebogeninstrumente beschrieben, gefolgt von Ausführungen zum Testdesign und zum Ablauf der Testungen. Daran anschließend werden die Definition der Zielpopulation, die Stichprobenziehung und die realisierte Stichprobe dargestellt. Das Kapitel schließt mit einer Auflistung der am IQB-Bildungstrend 2018 beteiligten Institutionen und Personen.

3.1.1 Kompetenztests

Die im IQB-Bildungstrend 2018 eingesetzten Aufgaben wurden unter der Leitung des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) von erfahrenen Lehrkräften in enger Zusammenarbeit mit fachdidaktischen Kooperationspartnerinnen und -partnern entwickelt. Alle Aufgaben durchliefen einen mehrstufigen Entwicklungsprozess und wurden vor ihrem Einsatz im Bildungstrend in umfangreichen Erhebungen empirisch erprobt, um sicherzustellen, dass die in den Bildungsstandards beschriebenen Kompetenzen reliabel und valide erfasst werden (siehe auch Kapitel 2.1). Um Trendaussagen zu ermöglichen, kamen überwiegend solche Aufgaben zum Einsatz, die bereits im IQB-Ländervergleich 2012 verwendet wurden. Während dies in den naturwissenschaftlichen Fächern auf alle

Aufgaben zutraf, wurden im Fach Mathematik auch für den IQB-Bildungstrend 2018 neu entwickelte Aufgaben eingesetzt. Die neuen Aufgaben dienten zum einen dazu, veraltete Aufgaben zu ersetzen; zum anderen wurde damit das Ziel verfolgt, die Messgenauigkeit bei Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf (SPF) weiter zu erhöhen (siehe Mahler, Kölm & Werner, 2019). Die neu entwickelten Aufgaben wurden im Frühjahr 2017 in einer Erprobungsstudie mit Schülerinnen und Schülern aus neun Ländern pilotiert.

Im Fach Mathematik wurden mit den eingesetzten Aufgaben alle in den Bildungsstandards (KMK, 2004, 2005a) beschriebenen fünf inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzbereiche (Leitideen) erfasst: *Zahl*, *Messen*, *Raum und Form*, *Funktionaler Zusammenhang* sowie *Daten und Zufall*. Die erreichten Kompetenzen können außerdem auf einer *Globalskala* mathematischer Kompetenz verortet werden, die Aufgaben aus allen Leitideen umfasst. In den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik wurden jeweils die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* erfasst.

Die Testaufgaben im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern begannen mit einem kurzen Text, der als „Aufgabenstimulus“ oder „Aufgabenstamm“ bezeichnet wird. Der Aufgabenstimulus konnte aus kontinuierlichen Texten, diskontinuierlichen Elementen wie einer Abbildung, einer Zeichnung oder einer Tabelle, oder aus einer Kombination dieser Elemente bestehen. An den Stimulus schlossen sich eine oder mehrere Fragen an, die gegebenenfalls weitere Erläuterungen, grafische Darstellungen oder Tabellen enthalten konnten. Diese Fragen werden als Teilaufgaben oder Items bezeichnet. Die Items wurden in geschlossener, halboffener und offener Form dargeboten. Bei den Items mit geschlossenem Aufgabenformat handelte es sich vor allem um Multiple-Choice-Aufgaben, bei denen aus mehreren Antwortalternativen die richtige ausgewählt werden sollte. Bei halboffenen Aufgabenformaten sollte ein einzelnes Wort oder ein kurzer Satz angegeben werden. Offene Aufgabenformate erforderten von den Schülerinnen und Schülern, dass sie eigenständig kurze Antworten verfassen, die aus einem oder mehreren Sätzen bestehen.

Die Aufgaben im Fach Mathematik deckten das gesamte Spektrum der in den Bildungsstandards beschriebenen mathematischen Kompetenzen so breit wie möglich ab. Insbesondere waren alle allgemeinen mathematischen Kompetenzen repräsentiert und bei der Aufgabenbearbeitung häufig in kombinierter Anwendung erforderlich. Rein kalkül- und verfahrensorientierte Aufgaben stellten Ausnahmen dar. Vertiefende Erläuterungen zu den im Fach Mathematik untersuchten Kompetenzen sind in Kapitel 1.2 zu finden.

In den Naturwissenschaften wurde im Kompetenzbereich *Fachwissen* der Umgang mit Fachwissen in verschiedenen Inhaltsbereichen der naturwissenschaftlichen Fächer geprüft. Die inhaltlichen Teilbereiche beziehen sich auf fachspezifische Inhalte, wie beispielsweise in der Biologie auf die Struktur und Funktion von Organismen, in der Chemie auf chemische Reaktionen und in der Physik auf Wechselwirkungen. Das zur Lösung der Aufgaben erforderliche Fachwissen wurde im Stimulus vorgegeben, geprüft wurde also der fachgerechte und flexible Umgang mit diesem Wissen.

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* wurden zentrale Aspekte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses aufgegriffen: naturwissenschaftliche Untersuchungen, naturwissenschaftliche Modellbildung und wissenschaftstheoretische Reflexion. Eine genauere Beschreibung der untersuchten Kompetenzen in den Fächern Biologie, Chemie und Physik findet sich in Kapitel 1.3.

Die im IQB-Bildungstrend 2018 eingesetzten Aufgaben sollten Aussagen über den Stand der erreichten Kompetenzen über das gesamte Fähigkeitsspektrum hinweg ermöglichen. Daher enthielt der Test unterschiedlich schwierige Aufgaben. Das Spektrum reichte von Items, die die überwiegende Mehrheit der Schülerinnen und Schüler korrekt lösen kann, bis hin zu Items, die selten gelöst werden. Durch diese breite Streuung der Aufgabenschwierigkeit wurde sichergestellt, dass für jedes Kompetenzniveau Items verfügbar waren und somit die Leistungen von sehr kompetenten Schülerinnen und Schülern ebenso erfasst werden konnten wie die Leistungen von Jugendlichen mit durchschnittlichen oder geringen Kompetenzen.

Im Anschluss an die fachspezifischen Kompetenztests bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler kurze Tests zur Erfassung kognitiver Grundfähigkeiten. Zum einen wurden figurale (nonverbale) Aufgaben zum schlussfolgernden Denken vorgelegt (Wilhelm, Schroeders & Schipolowski, 2014). Hierbei sollten die Jugendlichen bei einer Reihe von Zeichnungen, die sich nach bestimmten Regeln ändern, die jeweiligen Regeln erkennen und angeben, wie die nächsten beiden Zeichnungen in der Reihe aussehen müssen. Zweitens kamen kurze Lückentexte, sogenannte C-Tests, zur Erfassung sprachlicher Fähigkeiten im Deutschen zum Einsatz (Eigenentwicklung des IQB).

3.1.2 Fragebögen

Zusätzlich zu den Kompetenztests wurden im IQB-Bildungstrend 2018 Fragebögen eingesetzt, die sich an die Schülerinnen und Schüler, ihre Eltern, Fachlehrkräfte sowie Schulleiterinnen und Schulleiter der teilnehmenden Schulen richteten. Die Schüler- und Elternfragebögen dienten der Erfassung individueller Hintergrundinformationen, um unter anderem detailliertere Analysen zu geschlechtsbezogenen, sozialen und zuwanderungsbedingten Disparitäten durchführen zu können. Die Lehrkräfte und Schulleitungen wurden zu zentralen Merkmalen der Lerngruppenzusammensetzung, der Schulen und des Unterrichts befragt, um Zusammenhänge zwischen individuellen Ausgangsvoraussetzungen, schulischen Lerngelegenheiten und den erreichten Kompetenzen untersuchen zu können. Auch außerschulische Lernbedingungen, insbesondere im familiären Umfeld, waren Gegenstand der Befragungen. Im Vorfeld der Untersuchung wurden die Inhalte aller eingesetzten Fragebögen und die Erhebungsprozeduren der Kultusministerien der Länder unter Einbezug des/der behördlichen Datenschutzbeauftragten und/oder des/der Landesdatenschutzbeauftragten geprüft und genehmigt. Für die gesamte Erhebung wurde durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen sichergestellt, dass eine Identifikation von Einzelpersonen ausgeschlossen ist (vgl. Kasten zum Datenschutz im IQB-Bildungstrend).

Im Gegensatz zur Teilnahme am Kompetenztest, die an öffentlichen Schulen länderübergreifend für die Schülerinnen und Schüler verpflichtend war, bestand nicht in allen Ländern eine allgemeine Verpflichtung zur Teilnahme an den Fragebogenerhebungen. Diese hing von den jeweiligen Landesschulgesetzen, dem Schulträger (öffentliche oder freie Trägerschaft) und den Datenschutzregelungen des Landes ab. Der Grad der Teilnahmeverpflichtung wird in Tabelle 3.1 für die unterschiedlichen Fragebögen dargestellt. Im Anschluss wird beschrieben, wie die einzelnen Fragebogeninstrumente administriert wurden und welche Inhalte sie jeweils umfassten.

Tabelle 3.1: Verpflichtungsgrad der Teilnahme an den Fragebogenerhebungen nach Land und Schulträgerschaft

Land	Fragebogen für Schülerinnen und Schüler ¹		Fragebögen für Lehrkräfte/ Schulleitungen ²	
	öffentliche Schulen	Schulen in freier Trägerschaft	öffentliche Schulen	Schulen in freier Trägerschaft
Baden-Württemberg	●	○	◐ ³	○
Bayern	○	○	○	○
Berlin	●	○	◐	○
Brandenburg	●	○	●	○
Bremen	●	●	◐	◐
Hamburg	○	○	◐ ⁴	◐ ⁴
Hessen	●	○	◐	○
Mecklenburg-Vorpommern	●	○	●	○
Niedersachsen	●	○	●	○
Nordrhein-Westfalen	○	○	●	●
Rheinland-Pfalz	○	○	◐	○
Saarland	○	○	◐	○
Sachsen	○	○	○	○
Sachsen-Anhalt	●	●	●	●
Schleswig-Holstein	○	○	○	○
Thüringen	●	Entscheidung Schule/Träger	●	Entscheidung Schule/Träger

● Verpflichtende Teilnahme

◐ Teilweise verpflichtende Teilnahme

○ Freiwillige Teilnahme

Anmerkungen. ¹ Bei freiwilliger Teilnahme zusätzlich Elterneinverständnis erforderlich. ² Bei teilweise verpflichtender Teilnahme schul- und unterrichtsbezogene Angaben verpflichtend, persönliche Angaben freiwillig. ³ Fragebogen für Lehrkräfte verpflichtend, Fragebogen für Schulleitung freiwillig. ⁴ Fragebogen für Lehrkräfte freiwillig, Fragebogen für Schulleitung teilweise verpflichtend.

Fragebogen für Schülerinnen und Schüler

Die Bearbeitung der Fragebögen für Schülerinnen und Schüler erfolgte im Anschluss an die fachspezifischen Kompetenztests und die Tests zu den kognitiven Grundfähigkeiten. Für Schülerinnen und Schüler mit SPF wurden zwei kürzere Versionen des Fragebogens entwickelt. Eine dieser Versionen wurde bei Schülerinnen und Schülern mit SPF an allgemeinen Schulen eingesetzt, die andere an Förderschulen. Neben einem Kern gemeinsamer Fragen zum Zuwanderungshintergrund und zur sozialen Herkunft, die für die Berichterlegung unverzichtbar sind, enthielten alle Versionen Fragen zur Einstellung der Schülerinnen und Schüler zum Fach Mathematik und zu den naturwissenschaftlichen Fächern, zum Mathematikunterricht und zur Schule sowie zum schulischen Wohlbefinden und Klassenklima. Alle Schülerinnen und Schüler an allgemeinen Schulen soll-

Datenschutz im IQB-Bildungstrend

Eine wesentliche Bedingung für die Durchführung, Auswertung und Berichterlegung zu den IQB-Bildungstrends ist der Schutz der Rechte aller beteiligten Personen, wozu insbesondere die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler, deren Eltern sowie die befragten Lehrkräfte und Schulleitungen gehören. Hierzu werden im Einklang mit den geltenden Regelungen zum Datenschutz – unter anderem der Datenschutz-Grundverordnung der Europäischen Union (DSGVO), dem Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) und den Datenschutzgesetzen der Länder in der Bundesrepublik Deutschland – technische und organisatorische Maßnahmen umgesetzt, die einen Zugriff Unbefugter auf die erfassten Informationen verhindern und eine Identifikation von Einzelpersonen anhand der Erhebungsinstrumente und in den Datensätzen ausschließen sollen.

Einen wesentlichen Baustein des Datenschutzkonzepts stellt dabei das Prinzip der pseudonymisierten Datenerfassung dar. Diesem Prinzip folgend wird auf sämtlichen Erhebungsinstrumenten anstelle von Klarnamen ausschließlich ein Pseudonym (die sogenannte ID-Nummer) verwendet – eine nur für die Studie gebildete mehrstellige Ziffer, die keinen Rückschluss auf konkrete Personen oder Schulen erlaubt. Diese ID-Nummer ermöglicht es, die zur selben Person, Klasse beziehungsweise Schule gehörenden Informationen aus den verschiedenen Erhebungsinstrumenten (z. B. Kompetenztestergebnis, Angaben im Schülerfragebogen, Angaben im Elternfragebogen und Angaben der Lehrkräfte zum Unterricht in der Klasse des Schülers beziehungsweise der Schülerin) zusammenzuführen, um beispielsweise soziale oder zuwanderungsbezogene Disparitäten in den erreichten Kompetenzen analysieren zu können, ohne die Namen der beteiligten Personen zu erfragen. Es gilt durchgehend und jederzeit das Prinzip, dass kein Name die Schule verlässt.

Im Zuge der Datenaufbereitung am Forschungsdatenzentrum (FDZ) des IQB erfolgt schließlich eine vollständige Anonymisierung der Daten. Dabei werden die für die Datenerhebung gebildeten ID-Nummern durch neue, zufällige Nummern ersetzt, sehr seltene Angaben zu Kategorien zusammengefasst, die auf größere Personengruppen zutreffen, und Eintragungen in Freitextfeldern entfernt, die unter besonderen Umständen Rückschlüsse auf Personen zulassen könnten.

ten zudem Fragen zum Verhältnis zu ihren Mitschülerinnen und Mitschülern beantworten.

Im Vorfeld der Erhebung lag je ein Exemplar der für die jeweilige Schule vorgesehenen Versionen des Fragebogens zur Ansicht in der Schule aus. Zusätzlich konnten die an der Erhebung teilnehmenden Jugendlichen sowie deren Eltern Ansichtsexemplare der Fragebögen für Schülerinnen und Schüler auf der Webseite des IQB abrufen. Sofern die Datenschutzbestimmungen in den Ländern eine Einverständniserklärung der Eltern zur Beantwortung des Fragebogens vorsahen (vgl. Tab. 3.1), wurde diese eingeholt. Lag das Einverständnis der Eltern nicht vor, wurde den entsprechenden Schülerinnen und Schülern der Fragebogen nicht zur Beantwortung vorgelegt. An den Schulen in öffentlicher Trägerschaft in den Ländern Baden-Württemberg, Berlin, Brandenburg, Bremen, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen war das Ausfüllen des Fragebogens für Schülerinnen und Schüler verpflichtend. In den übr-

gen Ländern war die Teilnahme freiwillig und erforderte das Einverständnis der Eltern.

Fragebogen für Eltern

Aufgrund der in einigen Ländern geringen Teilnahmequote am Fragebogen für Schülerinnen und Schüler im IQB-Ländervergleich 2012, die teilweise unter 70 Prozent lag (Siegle, Schroeders & Roppelt, 2013), wurde im IQB-Bildungstrend 2018 zusätzlich ein Elternfragebogen eingesetzt. Dieser umfasste im Wesentlichen Fragen, die auch den Schülerinnen und Schülern gestellt wurden und für die Analysen zu sozialen und zuwanderungsbezogenen Disparitäten relevant sind (vgl. Kapitel 8 und 9). Der Einsatz des Elternfragebogens diente also hauptsächlich dazu, den Anteil fehlender Angaben bei den Fragen zum Zuwanderungshintergrund, zur sozialen Herkunft und zum Sprachgebrauch im familiären Umfeld zu reduzieren. Zusätzlich wurden Fragen zur Zufriedenheit der Eltern mit der Schule und zu ihrer Einstellung zum Fach Mathematik gestellt.

Der Elternfragebogen wurde papierbasiert administriert und den Schülerinnen und Schülern am Testtag zusammen mit einem Begleitschreiben nach Hause mitgegeben. Über einen personalisierten passwortgeschützten Link und QR-Code im Papierfragebogen war alternativ eine Online-Teilnahme möglich, wobei der Online-Fragebogen sowohl für die Bearbeitung am PC beziehungsweise Notebook als auch für die Bearbeitung mit dem Smartphone optimiert war. Während die Papierfassung nur auf Deutsch vorlag, stand der Online-Fragebogen auch in den Sprachen Arabisch, Englisch, Polnisch, Russisch und Türkisch zur Verfügung. Die Beantwortung der Fragen durch die Eltern war grundsätzlich freiwillig.

Fragebogen für Lehrkräfte

Um zentrale Rahmenbedingungen schulischer Bildungsprozesse beschreiben zu können, wurden auch die Lehrkräfte, die in den untersuchten Klassen¹ Mathematik und/oder die naturwissenschaftlichen Fächer unterrichteten, gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. Neben demografischen Angaben zur eigenen Person, wie Geschlecht und Alter, deckte der Fragebogen eine Reihe von auf die Lehrperson und ihren Unterricht im jeweiligen Fach bezogenen Themengebieten ab. Dazu gehörten unter anderem die berufliche Qualifikation und Berufserfahrung der Lehrkräfte sowie die Nutzung von Fort- und Weiterbildungsangeboten. Diese Angaben bildeten die Grundlage von Analysen zur Aus- und Fortbildung von Lehrkräften, die in Kapitel 12 dargestellt werden. Des Weiteren umfasste der Fragebogen Aspekte der Unterrichtsgestaltung in der teilnehmenden Klasse sowie Einstellungen zum Lehrerberuf und zu Lernstandserhebungen sowie Fragen zur Nutzung der Ergebnisse von Lernstandserhebungen. Die Angaben der Lehrkräfte wurden mit einem passwortgeschützten Online-Fragebogen erfasst. Alternativ

¹ Hier und im Folgenden ist durchgehend von Klassen die Rede, auch wenn zum Teil Kursverbände an der Testung teilnahmen oder je nach Fach mehrere Kurse in die Testung einbezogen wurden. So waren zum Beispiel Schülerinnen und Schüler, die im Fach Mathematik gemeinsam als Klasse oder Kurs unterrichtet wurden, in den naturwissenschaftlichen Fächern teilweise unterschiedlichen Kursen zugeordnet. Wurden die Schülerinnen und Schüler einer teilnehmenden Klasse in einem Fach in mehreren Kursen unterrichtet, wurden die Lehrkräfte aller teilnehmenden Kurse befragt.

hatten die Lehrkräfte die Möglichkeit, Papierfragebögen anzufordern, wovon jedoch weniger als 5 Prozent der Lehrkräfte Gebrauch machten.

Auch für die Teilnahme an der Lehrkräftebefragung unterschied sich der Grad der Verpflichtung zwischen den Ländern (vgl. Tab. 3.1). In Bayern, Hamburg, Sachsen und Schleswig-Holstein war die Teilnahme freiwillig, an öffentlichen Schulen in Baden-Württemberg, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Thüringen hingegen vollständig verpflichtend. In den übrigen Ländern bestand zur Beantwortung schul- und unterrichtsbezogener Fragen an öffentlichen Schulen eine Verpflichtung, nicht aber zur Beantwortung personenbezogener Fragen.

Fragebogen für Schulleiterinnen und Schulleiter

Zusätzlich zu den Fachlehrkräften wurden im Rahmen des IQB-Bildungstrends 2018 auch die Schulleiterinnen und Schulleiter der teilnehmenden Schulen schriftlich befragt, um wichtige schulische Rahmenbedingungen und die in den Schulen vorhandenen Unterstützungsangebote zu erfassen. Im Schulleiterfragebogen wurden sowohl allgemeine Merkmale der Schule – zum Beispiel Anzahl der unterrichteten Schülerinnen und Schüler, Trägerschaft, Zusammensetzung der Schülerschaft und personelle Ausstattung – als auch Merkmale des schulischen Betreuungs- und Zusatzangebots erfragt. Dies umfasste Angaben darüber, ob und in welchem Umfang die Schule über einen Ganztagsbetrieb verfügt, welche unterrichtlichen und außerunterrichtlichen Wahlangebote für Schülerinnen und Schüler bestehen und wie gegebenenfalls die Beschulung von Schülerinnen und Schülern mit SPF und Schülerinnen und Schülern mit Fluchtbiografie gestaltet wird. Auch die Schulleiterbefragung wurde online durchgeführt, wobei die Schulleitungen ebenfalls die Möglichkeit hatten, Papierfragebögen anzufordern. Die Möglichkeit zur Bearbeitung auf Papier wurde jedoch von weniger als 5 Prozent der Schulleiterinnen und Schulleiter genutzt.

Die jeweiligen Regelungen für die Teilnahme an der Befragung der Schulleitungen waren in fast allen Ländern dieselben wie für die Befragung der Lehrkräfte. In Baden-Württemberg war die Schulleiterbefragung freiwillig, die Lehrkräftebefragung hingegen verpflichtend; in Hamburg war die Schulleiterbefragung mit Ausnahme der personenbezogenen Angaben verpflichtend, die Lehrkräftebefragung hingegen freiwillig.

3.1.3 Testdesign

Wie bereits im IQB-Ländervergleich 2012 wurde auch im IQB-Bildungstrend 2018 eine große Anzahl an Testaufgaben eingesetzt, um die inhaltliche Breite der getesteten Kompetenzbereiche hinreichend zu repräsentieren. Da die für eine verlässliche und valide Schätzung der Kompetenzen in den verschiedenen Bereichen erforderliche Aufgabenmenge zu umfangreich wäre, um von einer einzelnen Schülerin oder einem einzelnen Schüler in einer Testsitzung bewältigt zu werden, wurden die Aufgaben nach bestimmten Prinzipien auf unterschiedliche Testhefte verteilt, sodass jedes einzelne Testheft nur eine Teilmenge der insgesamt eingesetzten Aufgaben enthielt. Das Testdesign im Bildungstrend 2018 greift hierzu – analog zu anderen großen Schulleistungsstudien – auf das Verfahren des *Multiple Matrix Sampling* zurück (Gonzalez & Rutkowski, 2010; für eine ausführliche

Beschreibung siehe Kapitel 13). Bei dieser Methode werden zuerst Aufgaben zu Aufgabenblöcken und anschließend Aufgabenblöcke zu Testheften zusammengestellt.

Für den IQB-Bildungstrend 2018 bestand ein Ziel bei der Erstellung des Testdesigns darin, die unterschiedlichen Testhefte so zusammenzustellen, dass eine zuverlässige Schätzung von Kompetenzen in den verschiedenen Kompetenzbereichen auf Ebene der Länder und für die differenziert zu betrachtenden Teilgruppen (z. B. Jungen und Mädchen) in den Ländern ermöglicht wird. Zudem wurden auch explizit Schülerinnen und Schüler mit SPF berücksichtigt: Wie bereits im IQB-Ländervergleich 2012 wurden Jugendlichen mit SPF in mindestens einem der Förderschwerpunkte „Lernen“, „Sprache“ oder „emotionale und soziale Entwicklung“ unabhängig vom Besuchsort im Schwierigkeitsgrad angepasste Testhefte vorgelegt, um die Präzision der Schätzung ihrer Kompetenzwerte zu erhöhen. Außerdem sollten belastbare Trendaussagen ermöglicht werden. Daher wurden wesentliche Elemente der im IQB-Ländervergleich 2012 verwendeten Testdesigns für die Erhebungen im IQB-Bildungstrend 2018 übernommen.

Im Folgenden wird zunächst auf die Zusammenstellung der Aufgabenblöcke eingegangen, um anschließend die Zusammensetzung der Testhefte und deren Verteilung auf die an den Erhebungen teilnehmenden Klassen zu erläutern.

Aufgabenblöcke

Ein Aufgabenblock bestand zumeist aus Aufgaben desselben Kompetenzbereichs in einem bestimmten Fach. Pro Block war eine Bearbeitungszeit von 20 Minuten vorgesehen, wobei die Aufgabenmenge pro Block so bemessen wurde, dass die Jugendlichen diese in der Regel innerhalb der gegebenen Zeit vollständig bearbeiten konnten.

Ein großer Teil der verwendeten Aufgaben wurde bereits im IQB-Ländervergleich 2012 eingesetzt und im Jahr 2018 erneut vorgelegt, um mithilfe eines Linking-Verfahrens die zu beiden Erhebungszeitpunkten ermittelten Kompetenzstände miteinander in Beziehung setzen zu können (vgl. Abschnitt 3.2 sowie Kapitel 13). Für die schon im IQB-Ländervergleich 2012 eingesetzten Aufgaben lag bereits eine Gruppierung zu Aufgabenblöcken vor (siehe Siegle et al., 2013). Sofern alle Aufgaben eines Blockes wiederverwendet werden konnten, wurden diese Aufgabenblöcke unverändert für den IQB-Bildungstrend 2018 übernommen. Im Fach Mathematik war es erforderlich, einzelne Aufgaben oder Items in einigen Blöcken durch neu entwickelte Aufgaben zu ersetzen (vgl. Abschnitt 3.1.1). Die Aufgabenblöcke für die naturwissenschaftlichen Fächer konnten für Schülerinnen und Schüler ohne SPF unverändert beibehalten werden.

Für Schülerinnen und Schüler mit SPF wurden im Schwierigkeitsgrad angepasste Aufgabenblöcke zusammengestellt. Aus den im IQB-Ländervergleich 2012 für diese Gruppe eingesetzten leichteren Aufgaben wurde anhand psychometrischer Kriterien eine Aufgabenauswahl getroffen, um die Messgenauigkeit in dieser Subpopulation weiter zu erhöhen. Zusätzlich kamen im Fach Mathematik erstmalig speziell für Schülerinnen und Schüler mit SPF entwickelte Aufgaben zum Einsatz (Mahler et al., im Druck). Die Blöcke für Schülerinnen und Schüler mit SPF enthielten ähnlich viele Aufgaben wie andere Blöcke im Test, die vorgesehene Bearbeitungszeit war aber um die Hälfte länger (30 statt 20 Minuten), sodass Jugendliche mit SPF pro Item mehr Zeit zur Bearbeitung hatten. Die Verlängerung der Testzeit pro Item für diese Gruppe von Schülerinnen und

Schülern hat sich im IQB-Ländervergleich 2012 bewährt und wurde daher übernommen.

Testhefte

Im nächsten Schritt wurden aus den Blöcken vollständige Testhefte zusammengestellt. Die Bearbeitungszeit pro Testheft lag bei insgesamt 120 Minuten. Gemäß dem Multi-Matrix-Design wurden die Blöcke so auf die Testhefte verteilt, dass die Daten zu allen Aufgaben in einem Fach über die verschiedenen Testhefte hinweg bei der späteren Auswertung miteinander verknüpft werden konnten. So wurde sichergestellt, dass sich die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler auf einer einheitlichen Skala abbilden lassen, auch wenn sie unterschiedliche Testhefte und Aufgaben bearbeitet hatten. Dafür wurde unter anderem ein Teil der Aufgaben, die für Schülerinnen und Schüler mit SPF entwickelt wurden, auch bei Jugendlichen ohne SPF eingesetzt.

In Anlehnung an das Design des IQB-Ländervergleichs 2012 wurden drei Arten von Testheften erstellt: (1) Testhefte, die ausschließlich Mathematikaufgaben enthielten, (2) Testhefte, die ausschließlich Aufgaben zu den naturwissenschaftlichen Fächern enthielten, und (3) Testhefte, die je zur Hälfte Aufgaben zum Fach Mathematik und zu den naturwissenschaftlichen Fächern enthielten (im Folgenden „kombinierte Testhefte“ genannt). Für Schülerinnen und Schüler ohne SPF vorgesehene Testhefte bestanden aus insgesamt sechs Aufgabenblöcken, wohingegen die Testhefte für Schülerinnen und Schüler mit dokumentiertem SPF bei gleicher Gesamtbearbeitungszeit nur vier Blöcke umfassten.

Für Schülerinnen und Schüler ohne SPF stammte der überwiegende Teil der Testhefte aus dem IQB-Ländervergleich 2012. Die Zusammenstellung der Testhefte, die ausschließlich Aufgaben zum Fach Mathematik oder zu den naturwissenschaftlichen Fächern enthielten, erfolgte im IQB-Ländervergleich 2012 in zwei sogenannten *Youden Square-Designs* (Hecht, Roppelt & Siegle, 2013). In dieser Art von Testdesign, das als besonders effizient gilt, wird jeder Block mit jedem anderen Block in genau einem Testheft zusammen dargeboten und jeder Block tritt an jeder der sechs möglichen Positionen genau einmal auf (Frey, Hartig & Rupp, 2009). Ein Design umfasste die Blöcke zum Fach Mathematik, das andere die Blöcke zu den naturwissenschaftlichen Fächern. Die Zusammenstellungen der jeweils 31 Testhefte aus diesen Designs wurden unverändert in den IQB-Bildungstrend 2018 übernommen. Für das Fach Mathematik wurden zusätzliche Testhefte benötigt, da ein Teil der neu entwickelten Aufgaben für Schülerinnen und Schüler mit SPF auch bei Schülerinnen und Schülern ohne SPF eingesetzt werden sollte, um die Verortung der Kompetenzen aller Jugendlichen auf einer gemeinsamen Skala zu ermöglichen. Daher wurden 10 weitere Testhefte erstellt, die vier Blöcke mit bereits im IQB-Ländervergleich 2012 eingesetzten Aufgaben und zwei Blöcke mit neu entwickelten Aufgaben umfassten. Die Blockzusammenstellung der acht kombinierten Testhefte wurde wiederum unverändert aus dem IQB-Ländervergleich 2012 übernommen. Insgesamt kamen für Schülerinnen und Schüler ohne SPF 80 verschiedene Testhefte zum Einsatz, darunter 41 Mathematiktesthefte, 31 Naturwissenschaftshefte und 8 kombinierte Testhefte.

Für Schülerinnen und Schüler mit SPF wurden dieselben drei Typen von Testheften erstellt. Aufgrund der im Vergleich zum IQB-Ländervergleich 2012 angepassten Aufgabenauswahl konnten für diese Gruppe keine unveränderten

Testhefte übernommen werden. Für Schülerinnen und Schüler mit SPF kamen insgesamt 16 Testheftversionen zum Einsatz, darunter 7 Mathematiktesthefte, 3 Naturwissenschaftstesthefte und 6 kombinierte Testhefte.

Bei der Testheftzusammenstellung sind aus methodischer Sicht weitere Aspekte zu berücksichtigen, die an dieser Stelle nur angedeutet werden können. So lassen im Verlauf der zweistündigen Leistungstestung Konzentration und Anstrengungsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler nach, weshalb Items, die sich am Ende eines Testhefts befinden, seltener gelöst werden als Items zu Beginn des Testhefts (Robitzsch, 2009). Um sicherzustellen, dass solche Ermüdungseffekte keine Verzerrungen der Personenfähigkeitsschätzung nach sich ziehen, wurden die Positionen der Blöcke in den Testheften variiert. Dies erfolgte unter anderem dadurch, dass die Hälfte der kombinierten Testhefte mit den Blöcken zum Fach Mathematik begann und die andere Hälfte mit den Blöcken zu den naturwissenschaftlichen Fächern. Weiterführende Erläuterungen zu methodischen Aspekten des Testdesigns, zur Anzahl der Testhefte pro Teildesign und zu Überschneidungen zwischen den Teildesigns sind in Kapitel 13 zu finden.

Die verschiedenen Testhefte wurden innerhalb der Klassen per Zufall an die Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Teilpopulation (Jugendliche mit SPF bzw. Jugendliche ohne SPF) verteilt, sodass in jeder Klasse sowohl Aufgaben zum Fach Mathematik als auch zu den naturwissenschaftlichen Fächern bearbeitet wurden. Schülerinnen und Schülern an Förderschulen wurden die gleichen angepassten Testhefte vorgelegt wie Schülerinnen und Schülern mit SPF an allgemeinen Schulen.

Die Tests zu den kognitiven Grundfähigkeiten wurden in einem separaten Testheft im Anschluss an die fachspezifischen Kompetenztests vorgelegt. Zur Erfassung des schlussfolgernden Denkens kamen zwei unterschiedlich schwere, durch gemeinsame Aufgaben verknüpfte Versionen des Tests zum Einsatz, wobei Jugendliche an Förderschulen die leichtere Testform bearbeiteten. Auch zur Erfassung der sprachlichen Fähigkeiten wurden zwei unterschiedlich schwere Testversionen administriert, wobei hier alle Jugendlichen mit SPF die leichtere Testform erhielten.

3.1.4 Testablauf

Die Erhebungen zum IQB-Bildungstrend 2018 fanden im Zeitraum vom 23. April bis zum 22. Juni 2018 in allen 16 Ländern in der Bundesrepublik Deutschland unter standardisierten Bedingungen statt. Einschließlich kurzer Pausen nahm die Testung etwa vier Zeitstunden in Anspruch und entsprach dem Vorgehen im IQB-Ländervergleich 2012. Der Ablauf der Erhebung, der an allgemeinen Schulen und Förderschulen identisch war, ist in Tabelle 3.2 dargestellt.

Tabelle 3.2: Zeitlicher Ablauf des Testtages

Dauer in Minuten	Aktivität
15	Beginn der Testsitzung, Verteilen der Testhefte, allgemeine Instruktionen für die Schülerinnen und Schüler
60	Bearbeitung der Testaufgaben (Mathematik oder Naturwissenschaften)
15	Pause
60	Bearbeitung der Testaufgaben (Mathematik oder Naturwissenschaften)
15	Pause
20	Bearbeitung der Tests zur Erfassung kognitiver Grundfähigkeiten (Schlussfolgerndes Denken und sprachliche Fähigkeiten)
45	Bearbeitung des Fragebogens für Schülerinnen und Schüler
5	Abschluss der Testsitzung, Einsammeln der Materialien

Anmerkung. Schülerinnen und Schüler mit SPF bearbeiteten unabhängig vom Besuchsort einen verkürzten Fragebogen, für den die Bearbeitungszeit etwa 30 Minuten betrug.

Mit der Organisation und Durchführung der Testung wurde die *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA Hamburg) beauftragt, eine Institution, die auf die Durchführung groß angelegter Bildungsstudien spezialisiert ist. Die Testungen führten schulexterne Testleiterinnen und Testleiter durch, die im Vorfeld durch die IEA Hamburg geschult und mit den Testmaterialien vertraut gemacht worden waren. Um einen standardisierten und über alle Testungen hinweg vergleichbaren Ablauf sicherzustellen, folgten die Testleiterinnen und Testleiter detaillierten Testleiterskripten und lasen die Arbeitsanweisungen für die Schülerinnen und Schüler wörtlich vor. Anhand des Skripts erklärten sie den Jugendlichen zunächst, wie die verschiedenen Aufgabenformate bearbeitet werden sollten und demonstrierten dies anhand von Beispielen. Die Testleiterinnen und Testleiter überwachten zudem die Einhaltung der Bearbeitungszeiten und dokumentierten diese ebenso wie etwaige Störungen und andere Vorkommnisse in einem Testsitzungsprotokoll. Ferner konnten die Testleiterinnen und Testleiter an Förderschulen die Fragen des Schülerfragebogens bei Bedarf laut vorlesen, um die Schülerinnen und Schüler bei der Bearbeitung zu unterstützen.²

Zur Sicherung einer hohen Teilnahmequote wurden, wie es auch in internationalen Schulleistungsstudien üblich ist, Nachtests durchgeführt, wenn zu viele Schülerinnen und Schüler einer Klasse am Testtag fehlten. Ein Nachtest fand statt, wenn 15 Prozent oder mehr der für den Test ausgewählten Schülerinnen und Schüler einer Klasse am Testtag abwesend waren und mindestens drei Schülerinnen und Schüler am Nachtest teilnehmen konnten. Wurden mehrere Klassen an der Schule getestet, konnte ein gemeinsamer Nachtest für alle Klassen durchgeführt werden.

2 Die Entscheidung über das Vorlesen trafen die Testleiterinnen und Testleiter in Absprache mit der anwesenden Lehrkraft situationsabhängig, um sicherzustellen, dass alle Teilnehmenden die gestellten Fragen verstehen und zutreffend beantworten konnten.

3.1.5 Definition der Zielpopulation und Stichprobenziehung

Definition der Zielpopulation

Im vorliegenden Berichtsband werden Aussagen über die Kompetenzen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in den Ländern in der Bundesrepublik Deutschland getroffen. Dabei sollte die getestete Stichprobe in jedem Land die Population *aller* Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe möglichst exakt repräsentieren. Zur präzisen Bestimmung dieser Zielpopulation wurden von den statistischen Landesämtern bereitgestellte Schullisten herangezogen. Da die Stichprobenziehung bereits im Jahr 2017 erfolgte, bezogen sich die dafür verwendeten Schullisten auf das Schuljahr 2016/2017.

Tabelle 3.3: Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in allgemeinbildenden Schulen nach Land und Schulart (prozentuale Anteile) im Schuljahr 2017/2018

Land	Insgesamt ¹	HS	MB	RS	IG ²	GY	FS ³
Baden-Württemberg	109 364	16.6	–	35.6	8.8	34.5	4.5 ⁴
Bayern	132 448	33.6	–	32.2	0.8	30.3	3.2
Berlin	28 785	–	–	–	57.6	40.7	1.7
Brandenburg	21 295	–	40.8	–	14.4	41.3	3.4
Bremen	5 792	–	0.9	–	72.4	25.6	1.1
Hamburg	15 400	–	–	–	54.9	42.4	2.8
Hessen	58 350	9.8	2.6	22.6	22.1	39.2	3.8
Mecklenburg-Vorpommern	13 843	–	44.0	–	8.6	38.2	9.2
Niedersachsen	79 312	8.5	21.2	18.0	13.6	35.7	3.0
Nordrhein-Westfalen	185 056	9.7	5.9	21.7	24.4	35.1	3.3
Rheinland-Pfalz	39 027	0.2	42.8	1.6	16.8	34.7	3.8
Saarland	8 583	–	0.1	2.1	61.6	34.1	2.2
Sachsen	31 806	–	57.1	–	0.4	37.6	4.8
Sachsen-Anhalt	17 328	–	49.9	–	6.9	38.0	5.2
Schleswig-Holstein	29 216	–	9.4	–	58.4	31.0	1.1
Thüringen	17 702	–	46.2	–	14.5	35.9	3.4
Deutschland	793 307	11.7	12.4	18.9	18.4	35.1	3.5

Anmerkungen. Es wurden nur Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, die in der Fachserie 11 der 9. Jahrgangsstufe und einer Schulart zugeordnet sind. HS = Hauptschule; MB = Schule mit mehreren Bildungsgängen; RS = Realschule; IG = Integrierte Gesamtschule; GY = Gymnasium; FS = Förderschule.

¹ absolute Häufigkeiten. ² inklusive Freie Waldorfschulen. ³ ohne Förderschulen mit dem Förderschwerpunkt „Geistige Entwicklung“.

⁴ Zuordnung zur Jahrgangsstufe vom Statistischen Bundesamt teilweise geschätzt.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2018). Allgemeinbildende Schulen, Fachserie 11 Reihe 1 – Schuljahr 2017/2018.

Zur Beschreibung der Zielpopulation gibt Tabelle 3.3 einen Überblick über die Anzahl der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe pro Land und Schulart für den Erhebungszeitraum im Frühjahr 2018 (Schuljahr 2017/2018) nach den Angaben der Fachserie 11 des Statistischen Bundesamts (2018). Dabei wird deutlich, dass sowohl hinsichtlich der bestehenden Schularten als auch der Anteile der Schülerinnen und Schüler, die diese Schularten besuchen, erhebliche Unterschiede zwischen den Ländern bestehen. Unter den aufgeführten Schularten

ist am ehesten das Gymnasium über die Länder vergleichbar (vgl. Kapitel 4), wobei jedoch auch bei dieser Schulart die Bildungsbeteiligung je nach Land erheblich variiert – von rund 30 Prozent in Bayern bis zu 42 Prozent in Hamburg. Ebenso unterscheiden sich die Anteile der Schülerinnen und Schüler mit SPF, die an Förderschulen unterrichtet werden, zum Teil deutlich zwischen den Ländern. Diese variieren zwischen 1.1 Prozent (Bremen, Schleswig-Holstein) und 9.2 Prozent (Mecklenburg-Vorpommern), was in erster Linie auf länderspezifische Regelungen zur Beschulung von Jugendlichen mit SPF zurückzuführen ist (vgl. Kapitel 4). Um sicherzustellen, dass Jugendliche mit SPF in allen Ländern in vergleichbarem Maße in der Stichprobe des Bildungstrends 2018 repräsentiert sind, wurden daher – ebenso wie im IQB-Ländervergleich 2012 – nicht nur allgemeine Schulen, sondern auch Förderschulen einbezogen.

Die Zielpopulation umfasste somit alle Jugendlichen der 9. Jahrgangsstufe in allgemeinbildenden Schulen in Deutschland. Nicht zur Zielpopulation gehörten lediglich Schülerinnen und Schüler mit SPF im Förderschwerpunkt „Geistige Entwicklung“ sowie Schülerinnen und Schüler, die weniger als ein Jahr in deutscher Sprache unterrichtet worden sind. Im nachfolgenden Schritt der Stichprobenziehung (siehe unten) konnten aus Gründen der Durchführbarkeit unter den gegebenen Testbedingungen weitere Personen – zum Beispiel Jugendliche mit dem Förderschwerpunkt „Sehen“, für die den Lehrkräften zufolge ohne angepasstes Testmaterial keine Teilnahme möglich war – nicht in die Erhebung einbezogen werden. Dieses Vorgehen entspricht dem Standard großer internationaler Schulleistungsstudien sowie den früheren IQB-Ländervergleichsstudien beziehungsweise IQB-Bildungstrends.

Bei Schülerinnen und Schülern mit SPF wurde für die Berichtlegung danach unterschieden, ob sie entsprechend dem Lehrplan beziehungsweise Rahmenlehrplan für allgemeine Schulen *zielgleich* oder auf Grundlage eines anderen Lehrplans und somit *zieltendifferent* unterrichtet wurden.³ Die Entscheidung, welche Schülerinnen und Schüler zielgleich oder zieltendifferent unterrichtet werden, hängt eng mit den jeweiligen Förderschwerpunkten zusammen und wird von jedem Land nach eigenen Regelungen festgelegt. Für den IQB-Bildungstrend 2018 wurden sowohl zielgleich als auch zieltendifferent unterrichtete Jugendliche in die Zielpopulation einbezogen (vgl. Kapitel 4). Dies betrifft sämtliche Analysen, die sich auf die von Schülerinnen und Schülern im Mittel erreichten Kompetenzen beziehen (Kapitel 6 bis 12). Die Darstellungen von Kompetenzstufenverteilungen beziehungsweise dem Erreichen der Bildungsstandards in den Kapiteln 5, 7 und 10 beziehen sich hingegen ausschließlich auf die zielgleich unterrichteten Schülerinnen und Schüler, da davon auszugehen ist, dass für zieltendifferent unterrichtete Schülerinnen und Schüler andere Lernziele gelten als die in den Bildungsstandards definierten.

Stichprobenziehung

Die Stichprobenziehung übernahm die IEA Hamburg, die in diesem Bereich über umfangreiche Erfahrungswerte verfügt. Die Ziehung erfolgte – wie in großen Schulleistungsstudien üblich – in mehreren Schritten (vgl. Frey, Carstensen,

3 Zielgleich unterrichtete Schülerinnen und Schüler werden nach einem allgemeinen Lehrplan und somit entsprechend der Bildungsstandards unterrichtet. Die Lernziele zieltendifferent unterrichteter Schülerinnen und Schüler sind hingegen nicht am allgemeingültigen Lehrplan ausgerichtet und basieren somit nicht zwangsläufig auf den Bildungsstandards.

Walter, Rönnebeck & Gomolka, 2008). In einem ersten Schritt wurde innerhalb jedes Landes eine Schultichprobe gezogen. Das Vorgehen war dabei über die Länder hinweg vergleichbar: In jedem Land wurden die Schulen einer von drei Ziehungsschichten zugeordnet, nämlich Förderschulen, Gymnasien und einer dritten Schicht, die alle anderen Schularten zusammenfasste. Innerhalb dieser expliziten Schichten wurde jeweils eine vorab festgelegte Zahl von Schulen gezogen, wobei die Ziehungswahrscheinlichkeit proportional zur Größe der 9. Jahrgangsstufe an der Schule war. Um zugleich alle Schularten eines Landes angemessen abzubilden, wurden innerhalb der dritten expliziten Schicht die Schulen für die Stichprobenziehung nach Schularten sortiert (implizite Schichtung). Bei den Förderschulen wurden aus praktischen Gründen nur Schulen mit den Förderschwerpunkten „Lernen“, „Sprache“ sowie „emotionale und soziale Entwicklung“ einbezogen, da hier davon ausgegangen werden kann, dass ein hoher Anteil der Schülerinnen und Schüler zur selbstständigen Bearbeitung des Tests grundsätzlich in der Lage ist. Schulen mit anderen Förderschwerpunkten wurden nicht in die Stichprobenziehung einbezogen. Dies führt zu einer geringfügigen, praktisch begründeten Einschränkung der Repräsentativität der Stichprobe für die Zielpopulation des IQB-Bildungstrends 2018.

Die Zahl der zu ziehenden allgemeinen Schulen wurde für die genannten expliziten Schichten für jedes Land separat festgelegt. Diese Festlegung erfolgte mit dem Ziel, die stichprobenbezogene Unsicherheit der Schätzung der erreichten Kompetenzen über die Länder hinweg möglichst konstant niedrig zu halten. Hierfür ist die Heterogenität der erreichten Kompetenzen in den Ländern maßgeblich: Je höher die Streuung der erreichten Kompetenzen in einem Land ist, desto mehr Schülerinnen und Schüler müssen getestet werden, um die Kompetenzwerte präzise schätzen zu können. Variiert die Streuung zudem stark zwischen Klassen beziehungsweise Schulen innerhalb der expliziten Schichten, muss eine höhere Anzahl von Klassen beziehungsweise Schulen in die Stichprobe einbezogen werden. Die zu erwartende Streuung der Kompetenzen wurde anhand von Erfahrungswerten aus anderen Schulleistungsstudien und unter Berücksichtigung der Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2012 geschätzt. In Ländern mit deutlichen Kompetenzunterschieden der Schülerinnen und Schüler zwischen den Schulen innerhalb der jeweiligen Schicht, wie etwa in den Stadtstaaten, wurden relativ zur Populationsgröße mehr Schulen gezogen als in Ländern mit geringeren Unterschieden. Zusätzlich war zu berücksichtigen, dass Veränderungen des Schulsystems zu Veränderungen in der Kompetenzstreuung führen können. Für den Fall von Schulausfällen (vgl. Abschnitt 3.1.6) wurden für jede gezogene Schule zwei vergleichbare Ersatzschulen derselben Ziehungsschicht ausgewählt. Die Zahl der Förderschulen in der Stichprobe wurde in der Regel auf acht pro Land festgelegt, sofern vorhanden; in einigen Ländern wurden ausgehend von Erfahrungswerten mehr Förderschulen einbezogen. Zur Kompensation von Schulausfällen (vgl. Abschnitt 3.1.6) wurden für jede gezogene Schule zwei vergleichbare Ersatzschulen derselben Ziehungsschicht ausgewählt.

Im zweiten Schritt der Stichprobenziehung erfolgte innerhalb jeder Schule eine Zufallsauswahl von Klassen der 9. Jahrgangsstufe für die Teilnahme an der Untersuchung. Unter der empirisch bestätigten Annahme, dass sich Klassen an Gymnasien ähnlicher sind als an anderen Schularten, wurden in Gymnasien jeweils eine Klasse und in Schulen anderer Schularten jeweils zwei Klassen für die Teilnahme vorgesehen. In den ausgewählten Klassen sollten grundsätzlich alle Schülerinnen und Schüler an der Testung teilnehmen (zu Ausschlussgründen vgl. Abschnitt 3.1.6).

Davon abweichend war in den Förderschulen aufgrund der zumeist kleinen Klassen die Teilnahme aller Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe mit mindestens einem der Förderschwerpunkte „Lernen“, „Sprache“ oder „emotionale und soziale Entwicklung“ vorgesehen.

3.1.6 Realisierte Stichprobe

Die Teilnahme am IQB-Bildungstrend 2018 war für Schulen in öffentlicher Trägerschaft grundsätzlich verpflichtend, während Schulen in freier Trägerschaft zumeist – je nach landesspezifischer Gesetzgebung – die Möglichkeit hatten, die Teilnahme abzulehnen. Wenn an einer Schule ein reibungsloser Ablauf des Tests (z.B. aufgrund umfassender Renovierungsarbeiten) ausgeschlossen war oder eine Schule in freier Trägerschaft die Teilnahme ablehnte, wurde stattdessen eine Ersatzschule in die Stichprobe aufgenommen. Konnte hingegen eine gezogene Schule deshalb nicht an der Erhebung teilnehmen, weil sie zwischenzeitlich (nach Erstellung der für die Stichprobenziehung verwendeten Schullisten) geschlossen worden war oder über keine 9. Jahrgangsstufe verfügte, so erfolgte kein Ersatz, da die betroffenen Schulen in diesen Fällen nicht zur Zielpopulation gehörten. Fielen neben der ursprünglich gezogenen Schule auch beide Ersatzschulen aus, wurde ebenfalls nicht weiter ersetzt. Alle gezogenen Schulen wurden bis zum Januar 2018 über ihre Auswahl zur Teilnahme an der Studie informiert. Insgesamt konnten – unter Berücksichtigung von Ersatzschulen – letztlich an 1471 Schulen Kompetenztestungen durchgeführt werden, wobei ursprünglich 1520 Schulen ausgewählt worden waren.

Die Teilnahme an den Kompetenztests zum IQB-Bildungstrend 2018 war, wie bereits oben erwähnt, bei öffentlichen Schulen sowohl auf Schulebene als auch auf Schülerebene verpflichtend. Nur an Schulen in freier Trägerschaft konnten die Eltern einer Teilnahme an der Testung in einigen Ländern widersprechen. Wie in den bisherigen IQB-Ländervergleichsstudien und -Bildungstrends sowie in Anlehnung an die Praxis der internationalen Schulleistungsstudien konnten zudem Schülerinnen und Schüler vom Test ausgeschlossen werden, wenn auf sie mindestens eines der drei folgenden Kriterien zutraf:

1. Schülerinnen und Schüler mit einer dauerhaften körperlichen Beeinträchtigung, die ihnen die Teilnahme an der Testsitzung unmöglich machte.
2. Schülerinnen und Schüler, die nach professioneller Einschätzung der Schulleitung oder einer anderen qualifizierten Person des Kollegiums emotional oder geistig nicht in der Lage waren, den allgemeinen Anweisungen des Tests zu folgen, oder die durch die Testsituation in unzumutbarem Maße emotional belastet worden wären.
3. Schülerinnen und Schüler nichtdeutscher Herkunftssprache, die weniger als ein Jahr in deutscher Sprache unterrichtet wurden und die nicht in der Lage waren, Deutsch zu lesen oder zu sprechen.

Insgesamt wurden lediglich 441 Schülerinnen und Schüler aus einem dieser Gründe von der Teilnahme am IQB-Bildungstrend 2018 ausgeschlossen, was einem Anteil von weniger als einem Prozent aller für den Test ausgewählten Schülerinnen und Schüler entspricht. Die Entscheidung über den Ausschluss von Schülerinnen und Schülern nach diesen Kriterien traf die für den organisatorischen Ablauf an der Schule zuständige Lehrkraft (Schulkoordinatorin bzw. Schulkoordinator).

Im Rahmen der Datenerfassung und -auswertung waren vereinzelt weitere Fallausschlüsse erforderlich, etwa aufgrund einer Vertauschung von Testinstrumenten. Insgesamt wurden im Zuge der Datenaufbereitung 9 Schulen beziehungsweise 276 Personen von allen Analysen ausgeschlossen. Für das Fach Mathematik betraf dieser Ausschluss die Daten von 207 Personen, für die naturwissenschaftlichen Fächer die Daten von 217 Personen.

Tabelle 3.4: Realisierte Stichprobe für den IQB-Bildungstrend 2018 in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern

Land	Schülerinnen und Schüler insgesamt	Schulen insgesamt	Schulen nach Schulart					
			HS	MB	RS	IG ¹	GY	FS ²
Baden-Württemberg	3052	91	16 ³	–	29	9	30	7
Bayern	3279	104	23	–	30 ⁴	1	38	12
Berlin	3957	124	–	–	–	59	60	5
Brandenburg	2540	80	–	27	–		37	7
Bremen	1613	49	–	–	–	38 ⁵	11	–
Hamburg	3206	110	–	–	–	49	54	7
Hessen	3212	111 ⁶	8	2	19	20	52	8
Mecklenburg-Vorpommern	2823	107	–	47	–	7	46	7
Niedersachsen	2303	76	4	12	10	8	31	11
Nordrhein-Westfalen	3716	99	7	6	18	17	41	10
Rheinland-Pfalz	2589	79	–	23	1	13	34	8
Saarland	2292	74	–	–	2	40	24	8
Sachsen	2970	93	–	45	–	1	39	8
Sachsen-Anhalt	2319	83	–	35	–	3	37	8
Schleswig-Holstein	2754	92	–	10	–	37	34	11
Thüringen	2316	90	–	28	–	9	46	7
Deutschland	44941	1462 ⁶	58	235	109	320	614	124

Anmerkungen. HS = Hauptschule; MB = Schule mit mehreren Bildungsgängen; RS = Realschule; IG = Integrierte Gesamtschule; GY = Gymnasium; FS = Förderschule.

¹ inklusive Freie Waldorfschulen. ² Förderschulen mit einem der Förderschwerpunkte „Lernen“, „Sprache“ oder „Emotionale und soziale Entwicklung“. ³ einschließlich Werkrealschulen. ⁴ einschließlich Wirtschaftsschulen, die in der amtlichen Schulstatistik den allgemeinbildenden Schulen (Realschulen) zugerechnet werden. ⁵ einschließlich Werkschulen. ⁶ einschließlich Schulen in Hessen, an denen ausschließlich Schülerinnen und Schüler getestet wurden, die keiner Schulart zugeordnet sind. Diese Schulen sind in den Angaben zu den einzelnen Schularten nicht enthalten.

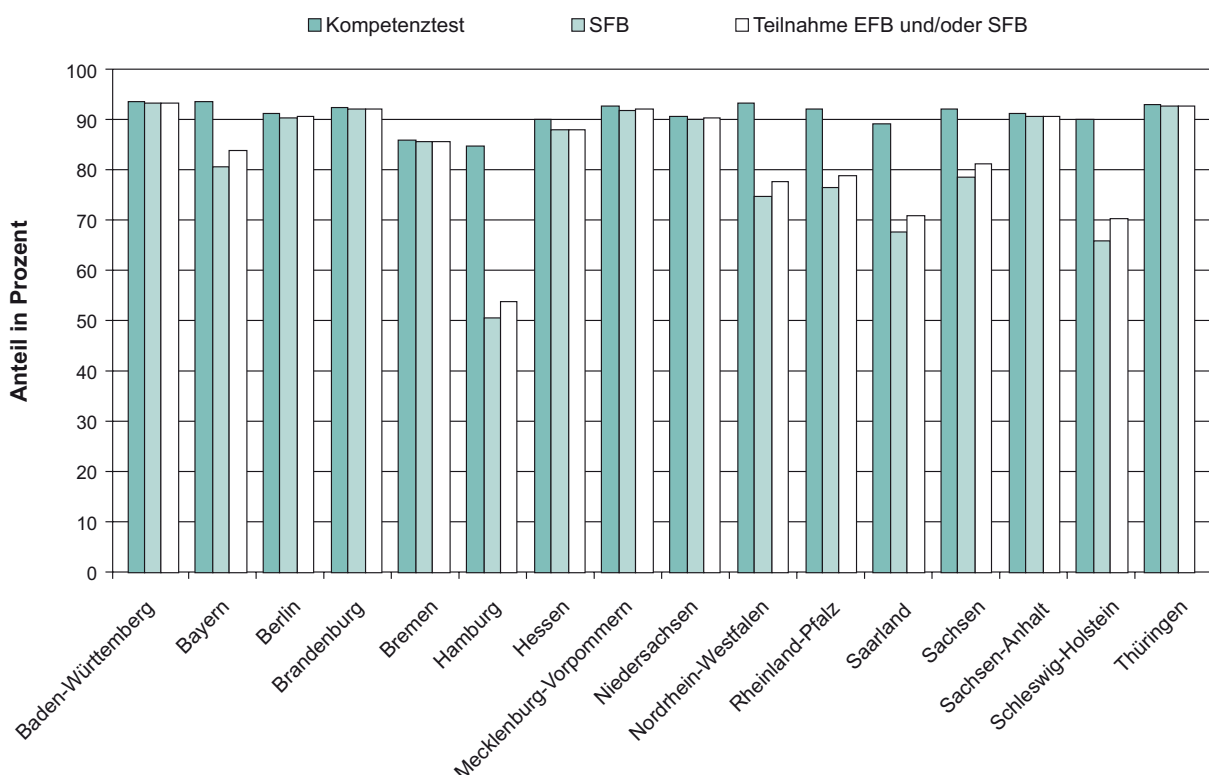
Insgesamt konnten 44941 Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in die Analysen einbezogen werden (vgl. Tab. 3.4). Diese Zahl entspricht auf Schülerebene einer gewichteten Gesamt-Teilnahmequote⁴ von 92.4 Prozent und fällt somit ähnlich hoch aus wie die entsprechenden Quoten im IQB-Ländervergleich 2012 (92.2%; Siegle et al., 2013), im IQB-Bildungstrend 2015 (93.3%; Schipolowski, Haag & Böhme, 2016) und in PISA⁵ 2015 (93.2%; Sälzer & Reiss, 2016). Auch in den einzelnen Ländern ist die Beteiligungsquote an den Tests mit 85.0 bis 93.7 Prozent insgesamt hoch (siehe Abb. 3.1). Allerdings lie-

- 4 Zur Berechnung der Teilnahmequote werden in großen Schulleistungsstudien individuelle Schülergewichte verwendet. Die Gewichte geben an, wie viele Schülerinnen und Schüler der Population jede einzelne Schülerin beziehungsweise jeder einzelne Schüler in der Stichprobe repräsentiert. Die gewichtete Teilnahmequote kennzeichnet also, welcher Anteil der Population durch die Stichprobe abgebildet wird.
- 5 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.

gen erstmals in den Ländervergleichs- beziehungsweise Bildungstrendstudien des IQB die Teilnahmeraten am Kompetenztest in einzelnen Ländern bei deutlich unter 90 Prozent, nämlich in Bremen (86.2%) und Hamburg (85.0%).

Aufgrund des Testdesigns, demzufolge nur jeweils einer Teilmenge der gesamten Stichprobe Aufgaben zum Fach Mathematik beziehungsweise zu den naturwissenschaftlichen Fächern vorgelegt wurde (vgl. Abschnitt 3.1.3), konnten für die Berechnungen im Fach Mathematik die Daten von 25 371 Schülerinnen und Schülern und für die Berechnungen in den naturwissenschaftlichen Fächern Daten von 25 541 Schülerinnen und Schülern herangezogen werden.

Abbildung 3.1: Teilnahmekquoten für den Kompetenztest und die Schülerbefragung unter Berücksichtigung des Elternfragebogens nach Land (gewichtet) im IQB-Bildungstrend 2018



Anmerkung. SFB = Fragebogen für Schülerinnen und Schüler; EFB = Elternfragebogen.

Neben der Beteiligung am Test war für die Datenanalysen im IQB-Bildungstrend 2018 die Teilnahme an den Befragungen wichtig. Die Beteiligungsquoten für die Befragung der Schülerinnen und Schüler können ebenfalls Abbildung 3.1 entnommen werden. Die Teilnahmekquote für die Schülerfragebögen fällt mit 82.5 Prozent niedriger als für den Kompetenztest aus. Sie liegt zwar über der Beteiligungsquote bei der Schülerbefragung zum Ländervergleich 2012 (78.7%; Siegle et al., 2013), ist gleichzeitig aber niedriger als die Teilnahmekquote für den Schülerfragebogen im IQB-Bildungstrend 2015 in den Fächern Deutsch und Englisch (84.7%; Schipolowski et al., 2016). Die Quote der bearbeiteten Schülerfragebögen unterscheidet sich erheblich zwischen den Ländern (siehe Abb. 3.1). In den neun Ländern, in denen die Teilnahme an der Schülerbefragung verpflichtend war (vgl. Tab. 3.1), sind die Beteiligungsquoten am Schülerfragebogen erwartungsgemäß recht hoch, wobei sie auch hier zwischen 85.8 Prozent in Bremen und 93.4 Prozent in Baden-Württemberg variieren. In den anderen sieben Ländern war die Teilnahme hingegen freiwillig. Hier liegt die Beteiligungsquote für den Schülerfragebogen zwischen 50.8 Prozent (Hamburg)

und 80.9 Prozent (Bayern). In sechs Ländern wurden für den Schülerfragebogen Beteiligungsquoten von weniger als 80 Prozent ermittelt (Hamburg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen und Schleswig-Holstein).

Besonders wichtig für die in den Kapiteln 8 und 9 in diesem Band dargestellten Analysen zu sozialen und zuwanderungsbedingten Disparitäten sind Angaben zum Beruf, zur Ausbildung und zum Geburtsland der Eltern der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler. Um möglichst hohe Teilnahmequoten für diese zentralen Angaben zu erreichen, wurde zusätzlich eine Elternbefragung durchgeführt (vgl. Abschnitt 3.1.2). Die Teilnahme daran war in allen Ländern freiwillig. Durch eine Kombination der Informationen von den Eltern und den Schülerinnen und Schülern konnte der Anteil fehlender Angaben bei den für die Analyse sozialer und zuwanderungsbezogener Disparitäten benötigten Fragen in einigen Ländern um bis zu 4.6 Prozentpunkte reduziert werden (siehe Abb. 3.1). Für Deutschland insgesamt trug der Einsatz des Elternfragebogens jedoch nur wenig (1.7 Prozentpunkte) zur Reduktion des Anteils fehlender Werte bei.

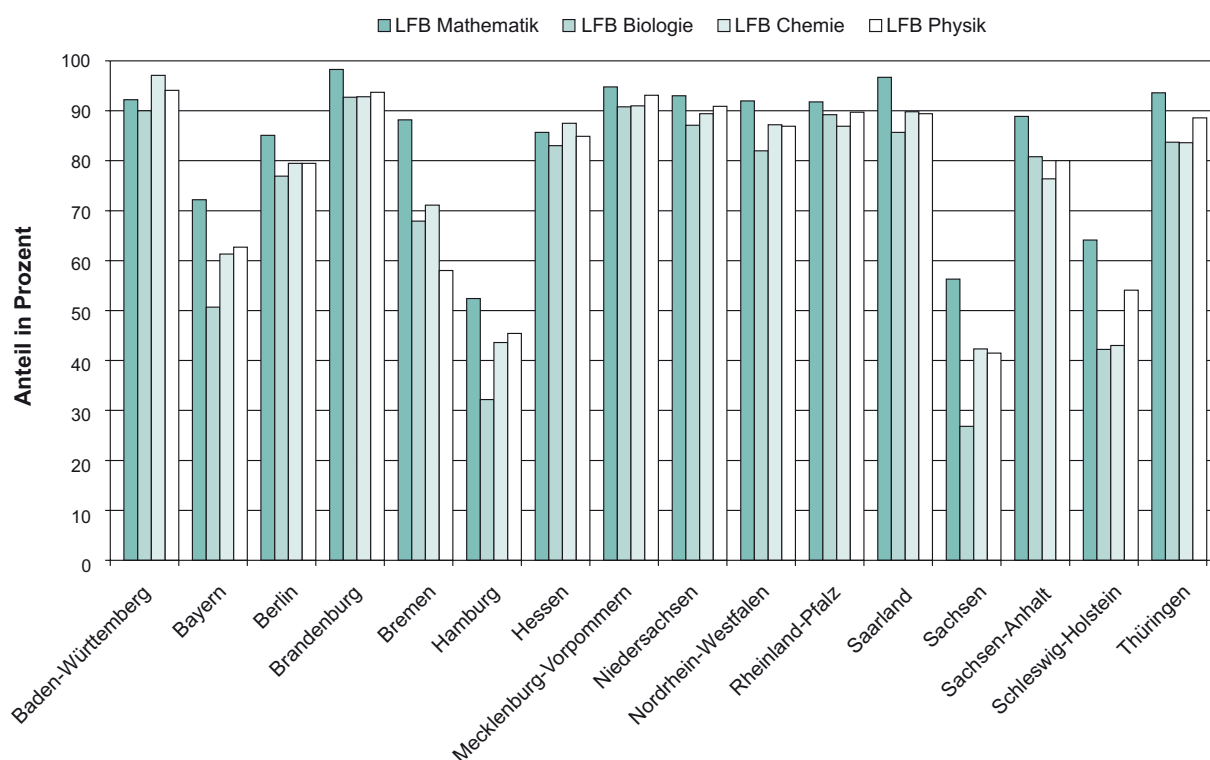
Anteil fehlender Angaben und Konsequenzen für den Ergebnisbericht

Der Anteil fehlender Angaben zu Hintergrundmerkmalen der Schülerinnen und Schüler und ihrer Familien hat Konsequenzen für die Analysen im IQB-Bildungstrend 2018 und den Bericht von länderspezifischen Ergebnissen zu sozialen und zuwanderungsbezogenen Disparitäten. Bei einem hohen Anteil fehlender Werte kann die Zuverlässigkeit von Analysen erheblich eingeschränkt sein. Verzerrungen können vor allem dann entstehen, wenn Jugendliche, für die keine Angaben zu den betrachteten Hintergrundmerkmalen vorliegen, tendenziell geringere Kompetenzwerte aufweisen. Da dies im IQB-Bildungstrend 2018 zu beiden für die Analysen relevanten Erhebungszeitpunkten der Fall ist, können die Ergebnisse zu sozialen und zuwanderungsbezogenen Disparitäten (Kapitel 8 und 9) sowie zur sozialen und zuwanderungsbezogenen Zusammensetzung der Schülerschaft an den Schulen (Kapitel 4) für einige Länder nicht beziehungsweise nicht vollständig oder nur unter Vorbehalt berichtet werden. Gemäß einem von der Amtschefskommission „Qualitätssicherung in Schulen“ in ihrer 74. Sitzung beschlossenen Vorgehen werden Ergebnisse unter Vorbehalt berichtet, wenn die jeweiligen Angaben nach Zusammenführung der Schüler- und Elternbefragung für weniger als 80 Prozent, jedoch für mindestens 70 Prozent der Schülerinnen und Schüler eines Landes vorliegen. Liegen für weniger als 70 Prozent der Schülerinnen und Schüler Angaben vor, so werden für die betreffenden Länder keine Ergebnisse berichtet. Für Trendanalysen werden die genannten Regelungen auf alle relevanten Erhebungszeitpunkte angewendet. Dies hat für die Berichterlegung zu den sozialen und zuwanderungsbezogenen Disparitäten folgende Konsequenzen: Die Darstellung der Ergebnisse zu den sozialen und zuwanderungsbedingten Disparitäten (Kapitel 8 und 9) *für das Jahr 2018* erfolgt für die Länder Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, das Saarland sowie Schleswig-Holstein unter Vorbehalt. Für Hamburg werden keine Ergebnisse zu sozialen und zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet. Die Ergebnisse der *Trendanalysen* stehen für die Länder Baden-Württemberg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein aufgrund eines hohen Anteils fehlender Werte im Jahr 2012 unter Vorbehalt. Für die Länder Berlin, Bremen und das Saarland können keine Trends zu sozialen und zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden.

Auch die Beteiligung an der Lehrkräftebefragung unterscheidet sich zwischen den Ländern deutlich; zudem bestehen substantielle Unterschiede zwischen den Fächern. An der Lehrkräftebefragung nahmen insgesamt 4 712 Lehrerinnen und Lehrer teil. Für das Fach Mathematik liegt aus 83 Prozent der Klassen mindestens ein Lehrkräftefragebogen vor,⁶ für die naturwissenschaftlichen Fächer für ungefähr 70 Prozent der Klassen (Biologie: 72.1%, Chemie: 74.9%, Physik: 75.9%). Die länderspezifischen Beteiligungsquoten für die Lehrkräftebefragung können Abbildung 3.2 entnommen werden.

Eine vergleichsweise geringe Beteiligung an der Lehrkräftebefragung zeigt sich in Hamburg, Sachsen und Schleswig-Holstein. Dort liegt in den untersuchten Fächern nur für jeweils etwa die Hälfte der Klassen mindestens ein Lehrkräftefragebogen vor. Teilnahmequoten mit über 80 Prozent für die Lehrkräftebefragung finden sich für das Fach Mathematik in 12 Ländern, für die naturwissenschaftlichen Fächer in 9 beziehungsweise 10 Ländern (Biologie: 10 Länder, Chemie: 9 Länder, Physik: 9 Länder). Liegen für weniger als 70 Prozent

Abbildung 3.2: Teilnahmequoten für die Befragung der Lehrkräfte (ungewichtet) nach Land im IQB-Bildungstrend 2018



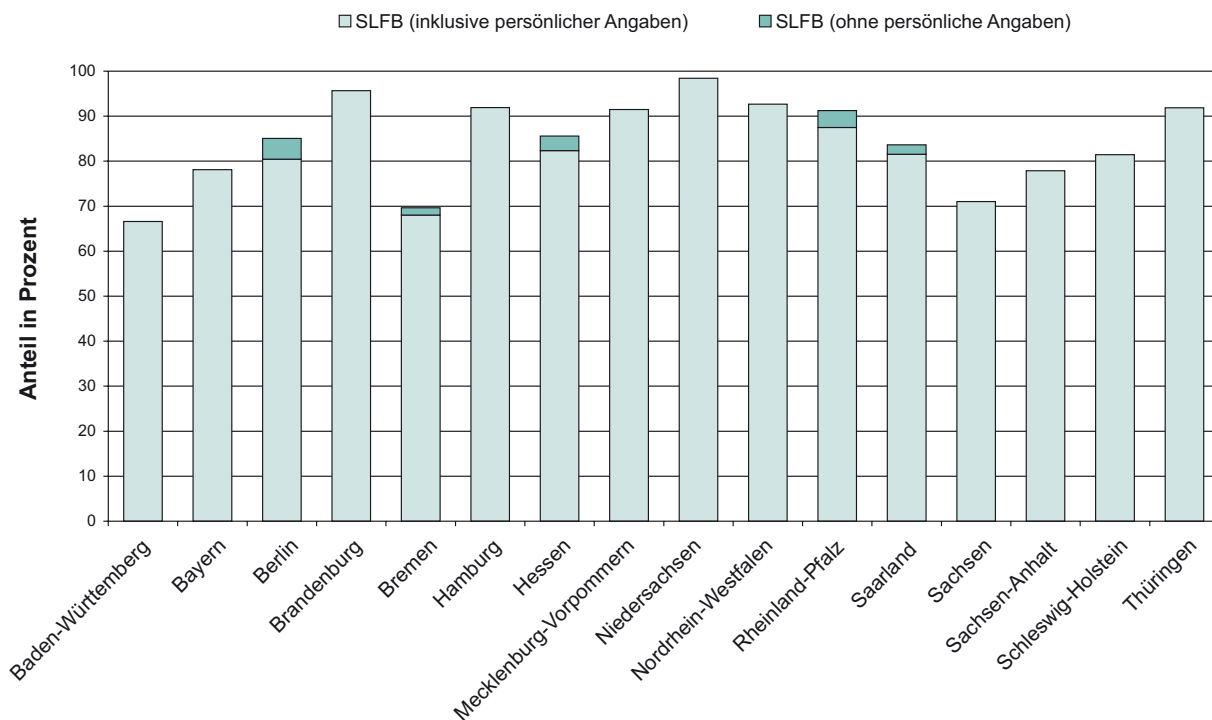
Anmerkungen. In der Regel liegen persönliche Angaben der Lehrkräfte auch in den Ländern vor, in denen die Bearbeitung des Fragebogens für Lehrkräfte freiwillig oder teilverpflichtend war (vgl. Tab. 3.1).
LFB = Fragebogen für Lehrkräfte.

- 6 Eine gewichtete Teilnahmequote kann nur bezogen auf Schülerinnen und Schüler sowie Schulleitungen, nicht aber für Lehrkräfte berichtet werden, da alle Lehrerinnen und Lehrer um Teilnahme an der Befragung gebeten wurden, die in den teilnehmenden Klassen Mathematik und/oder mindestens eines der naturwissenschaftlichen Fächer unterrichteten. Dabei kam es vor, dass der Unterricht in einem Fach in mehreren Kursen stattfand oder Schülerinnen und Schüler in einem Fach von mehreren Lehrkräften unterrichtet wurden; zudem wurden an Förderschulen oft Schülerinnen und Schüler aus mehreren Klassen in die Testung einbezogen. Die Zahl der Lehrerinnen und Lehrer, die in die Befragung einzubeziehen war, variierte somit zwischen den Schulen. Dies hat zur Folge, dass die Zielpopulation nicht eindeutig definiert werden kann, was für die Berechnung einer gewichteten Teilnahmequote jedoch erforderlich wäre.

der teilnehmenden Klassen Angaben der Lehrkräfte vor, erfolgt die Darstellung der Ergebnisse der Lehrkräftebefragung für das entsprechende Fach in den Kapiteln 11 und 12 unter Vorbehalt. Dieser Vorbehalt gilt in allen untersuchten Fächern für die Länder Hamburg, Sachsen und Schleswig-Holstein, in allen drei naturwissenschaftlichen Fächern zusätzlich für Bayern sowie in Biologie und Physik für Bremen.

Abschließend soll auf den Rücklauf der Fragebögen für Schulleiterinnen und Schulleiter eingegangen werden, der für Deutschland insgesamt bei 83,1 Prozent liegt. In 11 Ländern werden Teilnahmequoten von über 80 Prozent erreicht; sieben dieser Länder weisen Teilnahmeraten von mehr als 90 Prozent auf (Abb. 3.3). In den Ländern Bayern (78,1 %), Sachsen (71 %) und Sachsen-Anhalt (77,9 %) liegt die Teilnahmerate zwischen 70 und 80 Prozent und in den Ländern Baden-Württemberg (66,6 %) und Bremen (69,6 %) unter 70 Prozent.

Abbildung 3.3: Teilnahmequoten für die Befragung der Schulleitungen (gewichtet) nach Land im IQB-Bildungstrend 2018



Anmerkung. SLFB = Fragebogen für Schulleitungen.

3.1.7 Beteiligte Institutionen und Personen

Die wissenschaftliche Leitung des IQB-Bildungstrends 2018 lag beim wissenschaftlichen Vorstand des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) an der Humboldt-Universität zu Berlin, Prof. Dr. Petra Stanat. Die Vorbereitung der Studie, die Aufbereitung und Analyse der Daten sowie die Berichterlegung im IQB erfolgte durch die folgenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (in alphabetischer Reihenfolge):

Dr. Nicole Mahler (wissenschaftliche Koordination IQB-Bildungstrend 2018)

Dr. Stefan Schipolowski (wissenschaftliche Leitung IQB-Bildungstrends)

Benjamin Becker

Michael Katzenbach

Dr. Sofie Henschel

Jenny Kölm

Marlen Holtmann

Dr. Sebastian Weirich

Mit der praktischen Durchführung der Studie wurde die IEA Hamburg beauftragt. Die Aufgaben der IEA Hamburg umfassten unter anderem die Stichprobenziehung, die Schulung aller Testleiterinnen und Testleiter, die Koordination der Datenerhebung, die Kodierung der Schülerantworten, die Eingabe und Aufbereitung der Test- und Fragebogendaten sowie die Erstellung der Fallgewichte. Bei der IEA Hamburg waren folgende Personen in die Studie eingebunden:

Heiko Sibberns (Leitung)

Philipp Köhme

Viktoria Böhm

Guido Martin

Regina Borchardt

Dr. Sabine Meinck

Tina Ebert

Maren Meyer-Everdt

Jens Gomolka

Karsten Penon

Dr. Miriam Hellrung

Katrin Rütthling

Maren Hempen

Sabine Tieck

Peter Hillen

Gleb Turezkiy

Aufgrund der großen Anzahl der teilnehmenden Schulen konnten wichtige Aspekte der Vorbereitung und Durchführung des IQB-Bildungstrends nicht zentral geleistet werden und wurden daher von Projektkoordinatorinnen und -koordinatoren in den einzelnen Ländern übernommen. Zu ihren Aufgaben gehörte die Organisation von Schulleiterinformationsveranstaltungen, in denen das IQB gemeinsam mit der IEA Hamburg über die Ziele, die Organisation und den Ablauf der Studie informierte. Weiterhin waren sie für die Rekrutierung und Einsatzplanung der Testleiterinnen und Testleiter, die Koordination der Testleiterschulungen und die Kommunikation mit den teilnehmenden Schulen verantwortlich. Bei den Projektkoordinatorinnen und -koordinatoren handelte es sich um Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Ministerien, der Landesinstitute für Lehrerfortbildung oder der Qualitätsagenturen der Länder. Als Projektkoordinatorinnen und Projektkoordinatoren waren folgende Personen tätig:

Volker Bock (ST)

Johannes Miethner (RP)

Dr. Désirée Burba (SH)

Eric Möller (MV)

Daniel Dettloff (SL)

Dr. Daniela Neumann (HE)

Dr. Grit Elsner (SN)

Sabine Ocklitz-Sichermann (NI)

Martina Fischer (HE)

Michael Piechota (NI)

Carola Frenzel (SN)

Claudia Plaschke (HE)

Dr. Holger Gärtner (BE/BB)

Steffen Pleßmann (BW)

Helga Groß (SL)

Johanna Pohl (BE/BB)

Oliver Groth (HH)

Bianca Schmidt (BY)

Manuela Hennig (MV)

Julia Schulz (BE/BB)

Dietmar Kirchhoff (HB)

Heiko Wontroba (TH)

Anja Kurpiers (NW)

Alexander Zapff (HB)

Die Testungen in den Schulen wurden von durch die IEA Hamburg geschul-
ten Testleiterinnen und Testleitern durchgeführt. Dabei handelte es sich in der
Regel um Studierende, Referendarinnen und Referendare, Lehrkräfte oder Mit-
arbeiterinnen und Mitarbeiter des schulpсихologischen Dienstes.

An der vom IQB geleiteten Entwicklung der Aufgaben, die im Bildungstrend
eingesetzt wurden, wirkten Fachlehrkräfte aus allen 16 Ländern mit. Die Auf-
gabenentwicklerinnen und Aufgabenentwickler arbeiteten in regionalen Gruppen
zusammen und erhielten Unterstützung von Expertinnen und Experten aus den
Bereichen Fachdidaktik und Empirische Bildungsforschung. In den Teams arbei-
teten die folgenden Aufgabenentwicklerinnen und entwickler mit:⁷

Im Fach Mathematik

Christian Bansch (BE)	Jutta Krug-Winkelmann (HE)
Petra Beck (SN)	Christiane Leimsner (HE)
Klaus Beier (HE)	Dr. Wolfgang Löding (HH)
Michael Crepin (SL)	Anke Marsteller (TH)
Henri Danker (BB)	Eberhard Neef (HB)
Ingrid Diefenbacher (BW)	Andreas Noll (BY/HE)
Rupert Ernhofer (BY)	Dr. Andreas Pallack (NW)
Angela Euteneuer (RP)	Karsten Patzer (HH)
Margot Feiste (MV)	Angelika Perlich (BE)
Hans Freudigmann (BW)	Dr. Sabine Prüfer (ST)
Ines Fröhlich (BB)	Renate Reble (SH)
Jens-Uwe Gerbig (TH)	Rebecca Roy (BW)
Alois Graelmann (NI)	Dr. Hellmut Scheuermann (HE)
Christa Hermes (NW)	Ursula Schmidt (NW)
Dr. Jörg Heuß (BW)	Reiner Speicher (SL)
Barbara Hillmann (HB)	Hans-Dieter Stenten-Langenbach (NI)
Regina Hinz (BW)	Rüdiger Vernay (HB)
Heide Hollstein (MV)	Knut Wegel (RP)
Edgar Höniger (BY)	Wilhelm Weiskirch (NI)
Renate Junghanns (SN)	Heiko Wontroba (TH)
Marion Kelly (BY)	Hans Dieter von Zelewski (SH)

Im Fach Biologie

Arno Bleimling (SL)	Jens Schorn (BE)
Barbara Dolch (RP)	Ralph Schubert (SN)
Ilka Gropengießer (HB)	Alexander Sehring (HE)
Erika Hammer (BW)	Silvia Wenning (NW)
Volker Schlieker (SH)	Susanne Wolter (BB)

⁷ Da ein wesentlicher Teil der im IQB-Bildungstrend 2018 eingesetzten Aufgaben bereits
im Vorfeld des IQB-Ländervergleichs 2012 entwickelt und in beiden Studien eingesetzt
wurde, umfasst die folgende Auflistung auch Entwicklerinnen und Entwickler, die seiner-
zeit an der Aufgabenerstellung zum IQB-Ländervergleich 2012 mitgewirkt haben. Bei der
Auflistung der beteiligten Expertinnen und Experten wird ebenso verfahren.

Im Fach Chemie

Barbara Dolch (RP)	Jochen Meyer (BY)
Gudrun Hary (SL)	Marcus Mössner (BW)
Andreas Hoy (ST)	Sylvia Neumann (SN)
Robert Hüllen (NW)	Beate Proll (HH)
Jörgfried Kirch (HH)	Marlies Ramien (NI)
Joachim Kranz (BE)	

Im Fach Physik

Manfred Bergunde (HH)	Jan-Peter Lippert (SN)
Ralf Böhlemann (BB)	Oliver Pechstein (BE)
Stefan Breittrainer (BY)	Andreas Pysik (RP)
Andrea Bürgin (RP)	Andreas Scheungrab (BY)
Christiane Grimm-Leimsner (HE)	Dr. Peter Schulze (BB)
Klaus Gülker (MV)	Dr. Georg Trendel (NW)
Frank Keck (ST)	

Die Aufgabenentwicklung im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern wurde von den folgenden Expertinnen und Experten begleitet und angeleitet:

Im Fach Mathematik

Prof. Dr. Werner Blum, Kassel (Leitung 2005–2014)	
Prof. Dr. Gilbert Greefrath, Münster (Leitung seit 2014)	
Dr. Götz Bieber, Ludwigsfelde	Prof. Dr. Dominik Leiß, Lüneburg
Prof. Dr. Regina Bruder, Darmstadt	Prof. Dr. Timo Leuders, Freiburg
Prof. Dr. Andreas Büchter, Duisburg-Essen	Dr. Nikola Leufer, Bremen
Prof. Dr. Christina Drüke-Noe, Weingarten	Marcel Müller, Kassel
Prof. Dr. Wilfried Herget, Halle	Prof. Dr. Michael Neubrand, Oldenburg
Dr. Christa Herwig, Bad Berka	Prof. Dr. Hans Schupp, Saarbrücken
Dr. Alexander Jordan, Kassel	Uwe Schürmann, Soest
Dr. Katrin Keller, Kassel	Prof. Dr. Johann Sjuts, Osnabrück
	Dr. Bernd Wiegand, Kassel
	Prof. Dr. Alexander Wynands, Bonn

Im Fach Biologie

Prof. Dr. Jürgen Mayer, Kassel (Leitung)	
Prof. Dr. Harald Gropengießer, Hannover	Prof. Dr. Helmut Pechtl, Potsdam
Prof. Dr. Ute Harms, Kiel	Prof. Dr. Angela Sandmann, Duisburg-Essen
Dr. Stefan Hartmann, Berlin	Prof. Dr. Annette Upmeyer zu Belzen, Berlin
Prof. Dr. Kerstin Kremer, Hannover	
Prof. Dr. Dirk Krüger, Berlin	Dr. Nicole Wellnitz, Kassel

Im Fach Chemie

Prof. Dr. Elke Sumfleth, Duisburg-Essen (Leitung)

Prof. Dr. Maik Walpuski, Duisburg-Essen (Leitung)

Dr. Julia Hostenbach, Duisburg-Essen

Prof. Dr. Stefan Rumann, Duisburg-Essen

Prof. Dr. Hans-Dieter Körner,
Schwäbisch Gmünd

Prof. Dr. Sascha Schanze, Hannover

Prof. Dr. Insa Melle, Dortmund

Prof. Dr. Rüdiger Tiemann, Berlin

Prof. Dr. Ilka Parchmann, Kiel

Prof. Dr. Mathias Ropohl, Duisburg-Essen

Im Fach Physik

Prof. Dr. Hans E. Fischer, Duisburg-Essen (Leitung)

Prof. Dr. Alexander Kauertz, Koblenz-Landau (Leitung)

Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter,
Gießen

Prof. Dr. Peter Reinhold, Paderborn
Raffaella Römer, Bochum

Prof. Dr. Helmut Fischler, Berlin

Prof. Dr. Horst Schecker, Bremen

Prof. Dr. Hendrik Härtig, Duisburg-Essen

Prof. Dr. Lutz-Helmut Schön, Berlin

Melanie Wächter, Koblenz-Landau

Prof. Dr. Silke Mikelskis-Seifert,
Freiburg

Prof. Dr. Irene Neumann, Kiel

In den Naturwissenschaften haben Prof. Dr. Hartmut Ditton, München, und Prof. Dr. Andreas Frey, Frankfurt, die Entwicklerteams fachübergreifend zu psychometrischen Fragen in der Aufgabenentwicklung beraten. Prof. Dr. Michael Becker-Mrotzek, Köln, und Michaela Mörs, Köln, haben die sprachliche Verständlichkeit der Aufgaben in den Naturwissenschaften geprüft und Hinweise zur sprachlichen Überarbeitung gegeben.

Entwicklung und Erprobung angepasster Aufgaben für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf (SPF)

Für Schülerinnen und Schüler mit SPF wurden unter der Leitung des IQB in Kooperation mit der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (PHH) angepasste Mathematikaufgaben entwickelt. Hierbei wurde ein Fokus auf Schülerinnen und Schüler mit SPF im Förderschwerpunkt „Lernen“ gelegt, da diese die größte Gruppe unter den Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern mit SPF in Deutschland bilden. Folgende Personen waren an der Entwicklung und Erprobung dieser Aufgaben beteiligt:

Prof. Dr. Birgit Werner, Heidelberg

Jun.-Prof. Dr. Sven Basendowski, Rostock

Prof. Dr. Gilbert Greefrath, Münster

Michael Katzenbach, Berlin

Danila Aljancic (IQB)	Julia Köller (RP)
Katharina Gesche (PHH)	Jenny Kölm (IQB)
Mona Grimm (BW)	Jutta Krug-Winkelmann (HE)
Theo Grimm (BW)	Lukas Laug (PHH)
Cornelia Glavanic-Pusch (BW)	Dr. Nicole Mahler (IQB)
Stefanie Jakob (BW)	Antonia Pecoroni (PHH)
Niels Jürgensen (IQB)	

Literatur

- Frey, A., Carstensen, C. H., Walter, O., Rönnebeck, S. & Gomolka, J. (2008). Methodische Grundlagen des Ländervergleichs. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.), *PISA 2006 in Deutschland: Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich* (S. 375–397). Münster: Waxmann.
- Frey, A., Hartig, J. & Rupp, A. A. (2009). An NCME instructional module on booklet designs in large-scale assessments of student achievement: Theory and Practice. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28, 39–53.
- Gonzalez, E. & Rutkowski, L. (2010). Principles of multiple matrix booklet designs and parameter recovery in large-scale assessments. *IERI Monograph Series*, 3, 125–156.
- Hecht, M., Roppelt, A. & Siegle, T. (2013). Testdesign und Auswertung des Ländervergleichs. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 391–402). Münster: Waxmann.
- KMK (2004) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 4.12.2003*. München: Luchterhand.
- KMK (2005a) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005a). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss. Beschluss vom 15.10.2004*. München: Luchterhand.
- KMK (2005b) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005b). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- KMK (2005c) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005c). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- KMK (2005d) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005d). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Mahler, N., Kölm, J. & Werner, B. (im Druck). Entwicklung von Mathematiktestaufgaben für Schüler*innen mit einem sonderpädagogischen Förderbedarf im Lernen – Konzeption und erste Ergebnisse. In C. Gresch, P. Kuhl, M. Grosche, C. Sälzer & P. Stanat (Hrsg.), *Schüler*innen mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen: Einblicke und Entwicklungen*. Wiesbaden: Springer VS.
- Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (Hrsg.). (2013). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann.
- Robitzsch, A. (2009). Methodische Herausforderungen bei der Kalibrierung von Leistungstests. In D. Granzer, O. Köller, A. Bremerich-Vos, M. van den Heuvel-Panhuizen, K. Reiss & G. Walther (Hrsg.), *Bildungsstandards Deutsch und Mathematik. Leistungsmessung in der Grundschule* (S. 42–106). Weinheim: Beltz.
- Sälzer, C. & Reiss, K. (2016). PISA 2015 – die aktuelle Studie. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 13–44). Münster: Waxmann.
- Schipolowski, S., Haag, N. & Böhme, K. (2016). Anlage und Durchführung. In P. Stanat, K. Böhme, S. Schipolowski & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2015. Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 95–119). Münster: Waxmann.

- Siegle, T., Schroeders, U. & Roppelt, A. (2013). Anlage und Durchführung des Ländervergleichs. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 101–122). Münster: Waxmann.
- Statistisches Bundesamt. (2018). *Fachserie 11 Reihe 1 (Bildung und Kultur, Allgemeinbildende Schulen). Schuljahr 2017/18*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00042737/2110100187004_korr27022019.pdf
- Wilhelm, O., Schroeders, U. & Schipolowski, S. (2014). *Berliner Test zur Erfassung fluider und kristalliner Intelligenz für die 8. bis 10. Jahrgangsstufe (BEFKI 8–10)*. Göttingen: Hogrefe.

3.2 Auswertung, Trendschätzung und Ergebnisdarstellung

Nicole Mahler, Sebastian Weirich und Benjamin Becker

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Datenaufbereitung sowie die Herausforderungen, die mit der Datenauswertung zum IQB-Bildungstrend 2018 und der Interpretation der Ergebnisse verbunden sind. Ferner werden die wichtigsten im IQB-Bildungstrend 2018 verwendeten Formen der Ergebnisdarstellung erläutert. Auf technische Details zur Datenauswertung geht Kapitel 13 genauer ein.

3.2.1 Aufbereitung und Auswertung der Daten

In einem ersten Schritt der Datenaufbereitung wurden die von den Schülerinnen und Schülern bearbeiteten Testhefte durch die IEA eingescannt. Anschließend wurden die nun digital vorliegenden Antworten der Schülerinnen und Schüler kodiert, das heißt konkreten Antwortkategorien zugeordnet. Während Aufgaben mit geschlossenen Antwortformaten, zum Beispiel Multiple-Choice-Items, maschinell kodierbar waren, erfolgte die Kategorisierung von Kurzantworten und offenen Antworten durch geschulte Kodiererinnen und Kodierer. Die Kodieranweisungen für diese Itemtypen wurden zu einem Großteil bereits für den IQB-Ländervergleich 2012 erstellt und schon vor ihrem Einsatz im IQB-Ländervergleich 2012 fachdidaktisch und empirisch geprüft. Sie kamen im IQB-Bildungstrend 2018 weitgehend unverändert zum Einsatz, um eine vergleichbare Kodierung für beide Testungen zu gewährleisten. In seltenen Fällen waren Überarbeitungen der Kodieranweisungen für offene Antworten erforderlich. Diese dienten im Wesentlichen dazu, die Kategorisierung der Schülerantworten für die Kodiererinnen und Kodierer zu vereinfachen, indem beispielsweise ähnliche Arten von richtigen Lösungen zu einer Kategorie zusammengefasst wurden. Die Kodieranweisungen der für den IQB-Bildungstrend 2018 neu entwickelten Aufgaben wurden ebenfalls fachdidaktisch geprüft und in einer Pilotierungsstudie empirisch erprobt.

Die kodierten Schülerantworten wurden anhand der in einer Aufgabendatenbank hinterlegten Vorschriften als richtig oder falsch bewertet und – sofern es das Aufgabenformat erforderte – zusammengefasst. Die aufbereiteten Testdaten wurden anschließend skaliert, um für jedes Item einen Schwierigkeitsparameter zu generieren. Die Schätzung der Itemparameter basierte auf den Testdaten aller Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Zielpopulation und schloss somit Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf ein (vgl. Kapitel 3.1). Dabei kam ein Modell aus der probabilistischen Testtheorie zur Anwendung. Aufgrund der speziellen Messeigenschaften der neu entwickelten Items für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf (vgl. Kapitel 13 sowie Mahler, Kölm & Werner, 2019) wurde für das Fach Mathematik ein Modell gewählt, das bereits im IQB-Bildungstrend 2016 zum Einsatz kam, aber leicht vom im IQB-Ländervergleich 2012 zur Kalibrierung verwendeten Modell abweicht. Dieses Modell erlaubt es, für die bereits im IQB-Ländervergleich 2012 eingesetzten Items Schwierigkeitsparameter zu bestimmen, die für Trendanalysen geeignet sind, und dabei gleichzeitig den besonderen Eigenschaften der für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem

Förderbedarf neu entwickelten Items Rechnung zu tragen. Die Gewinnung der Itemparameter erfolgte, wie bereits im IQB-Ländervergleich 2012, separat pro Fach und Kompetenzbereich unter Anwendung eindimensionaler Modelle.

Die so gewonnenen Itemparameter wurden im nächsten Schritt zur Ermittlung der Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler verwendet. Dabei mussten zwei Zielstellungen beachtet werden: Zum einen sollten die Kompetenzen aller Schülerinnen und Schüler auf einer gemeinsamen Skala abgebildet werden, obwohl jede Schülerin und jeder Schüler nur eine Teilmenge der insgesamt eingesetzten Aufgaben bearbeitet hatte (vgl. Kapitel 3.1). Zum anderen wurde angestrebt, möglichst präzise Aussagen über Populationen (z.B. alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler eines Landes) und genau definierte Subpopulationen (z.B. Neuntklässlerinnen und Neuntklässler eines Landes, die zielgleich unterrichtet werden) zu treffen.

Dementsprechend wurde ein Verfahren gewählt, das verlässliche Schätzungen der Kompetenzverteilungen in Populationen und Subpopulationen ermöglicht. Neben einer unverzerrten Schätzung von Mittelwerten und Varianzen sollten auch Zusammenhänge der Kompetenzwerte mit weiteren Merkmalen der Schülerinnen und Schüler verzerrungsfrei geschätzt werden können. Solche Zusammenhänge sind beispielsweise für die Bestimmung von Disparitäten relevant, die mit Geschlecht, sozialer Herkunft oder Zuwanderungshintergrund assoziiert sind. Der in den Studien des IQB und auch in internationalen Schulleistungstudien üblicherweise verwendete *Plausible-Value*-Ansatz erlaubt es, Kompetenzwerte zu gewinnen, die diesen Anforderungen gerecht werden. Bei der Schätzung der Werte wurden daher außer den Testdaten im jeweiligen Fach unter anderem das Geschlecht der Schülerinnen und Schüler, Indikatoren ihres sozialen Hintergrunds und Zuwanderungshintergrunds sowie motivationale Merkmale berücksichtigt, die in den vertiefenden Analysen des Bildungstrends genauer untersucht werden. Die Personenparameter wurden für die Globalskala sowie für die einzelnen Leitideen im Fach Mathematik in eindimensionalen Modellen gewonnen. In den naturwissenschaftlichen Fächern kam ein sechsdimensionales Modell zum Einsatz, das alle getesteten Kompetenzbereiche umfasste. Die technischen Details der Schätzung der Kompetenzwerte werden in Kapitel 13 erläutert.

Um anhand der Daten des IQB-Bildungstrends 2018 repräsentative Aussagen über die Populationen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in den Ländern treffen zu können, wurden die Analysen unter Verwendung von Fallgewichten durchgeführt. In ihre Berechnung gingen Faktoren auf der Ebene der Schule, der Klasse und des Individuums ein (vgl. OECD, 2012). Dabei wurde auf Schulebene berücksichtigt, dass nur eine Auswahl aller im jeweiligen Land vorhandenen Schulen an der Untersuchung teilnahm, die Aussagen sich aber auf die Gesamtheit aller Schulen beziehen sollen. Auf Klassenebene wurde der Tatsache Rechnung getragen, dass sich die Anzahl der Klassen in der 9. Jahrgangsstufe zwischen den Schulen unterschied. Auf Individualebene wurde schließlich berücksichtigt, dass einzelne Schülerinnen und Schüler am Testtag beispielsweise aufgrund von Erkrankung fehlten. Unter Beachtung aller genannten Faktoren erhielt jede Schülerin und jeder Schüler ein Gewicht, welches angibt, wie viele Jugendliche der Zielpopulation diese eine Schülerin beziehungsweise dieser eine Schüler repräsentiert. Dadurch war es möglich, die erreichten Kompetenzen für die jeweilige Zielpopulation unverzerrt zu schätzen.

3.2.2 Trendschätzung und Definition der Metrik für den Bildungstrend

Um Veränderungen der Kompetenzwerte sowie der Kompetenzstufenbesetzungen pro Fach und Kompetenzbereich bestimmen zu können, wurden die im IQB-Bildungstrend 2018 ermittelten Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler auf die Berichtsmetrik des IQB-Ländervergleichs 2012 umgerechnet. Diese hat bezogen auf die Population der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler des allgemeinbildenden Schulsystems im Jahr 2012 einen Mittelwert von $M = 500$ Punkten und eine Streuung von $SD = 100$ Punkten. Die Umrechnungsvorschrift für die in beiden Jahren ermittelten Kompetenzwerte ließ sich anhand der Veränderungen in den Schwierigkeiten der Items bestimmen, die in beiden Studien in unveränderter Form zum Einsatz kamen. Hierfür wurde eine spezielle Eigenschaft der zur Auswertung verwendeten statistischen Modelle genutzt, wonach die Schwierigkeitswerte der Items und die Kompetenzwerte der Personen auf derselben Skala darstellbar sind. Durch sogenannte *Linking*-Verfahren lässt sich aus der mittleren Veränderung der Itemschwierigkeiten ein Wert ableiten, der angibt, wie stark sich die mittleren Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler zwischen dem IQB-Ländervergleich 2012 und dem IQB-Bildungstrend 2018 verändert haben. Sinkt die mittlere Schwierigkeit der Items zwischen den beiden Messungen beispielsweise um 15 Punkte, so kann daraus geschlossen werden, dass die mittlere Kompetenz der Schülerinnen und Schüler um 15 Punkte gestiegen ist. Technische Details zur Trendschätzung sowie zur Abschätzung der damit verbundenen Unsicherheit werden in Kapitel 13 dargestellt.

3.2.3 Darstellung der Ergebnisse

Nachfolgend werden die wichtigsten Varianten der Ergebnisdarstellungen erläutert. Neben Mittelwerten, Streuungen und Kompetenzstufenverteilungen werden statistische Maßzahlen berichtet, die sich auf bestimmte Unterschiede beziehen. Hierbei kann es sich um Unterschiede zwischen den Erhebungsjahren 2012 und 2018 oder um Unterschiede zwischen Subpopulationen (z. B. Jungen und Mädchen) zu einem der beiden Erhebungszeitpunkte handeln.

Mittelwerte und Standardabweichungen

Mittelwerte geben die in einer bestimmten Population oder Subpopulation im Durchschnitt erreichten Kompetenzwerte an. Im Gegensatz dazu zeigen Standardabweichungen, wie stark die Kompetenzen innerhalb einer Population streuen, das heißt wie heterogen (bzw. homogen) die Verteilung der Kompetenzen ist. Hohe Mittelwerte in Verbindung mit niedrigen Streuungen deuten dabei auf das anzustrebende Ziel homogen leistungsstarker Populationen oder Subpopulationen hin. Bei normalverteilten Kompetenzen liegen die Werte von etwa zwei Dritteln (68.2%) der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Bereich von ± 1 Standardabweichung um den Mittelwert. Im Bereich von ± 2 Standardabweichungen um den Mittelwert liegen 95.4 Prozent der Kompetenzwerte.

Perzentile und Perzentilbänder

Perzentile können dazu genutzt werden, die von unterschiedlich leistungsstarken Gruppen erzielten Kompetenzwerte zwischen den Ländern zu vergleichen, da sie eine Verteilung in unterschiedliche Anteile zerlegen. Vergleicht man beispielsweise das 95. Perzentil zwischen den Ländern, so lässt sich daraus ableiten, welche Kompetenzen die leistungsstärksten 5 Prozent der Schülerinnen und Schüler innerhalb jedes Landes mindestens erreicht haben und welche Kompetenzen die restlichen 95 Prozent der Schülerinnen und Schüler dieses Landes höchstens erreicht haben. Perzentilwerte können mit sogenannten Perzentilbändern grafisch veranschaulicht werden, die auch Auskunft über die Breite der Kompetenzverteilung geben (siehe dazu insbesondere Kapitel 6).

Kompetenzstufen

Während die bisher erläuterten Formen der Ergebnisdarstellung die Kompetenzverteilungen der Schülerinnen und Schüler lediglich statistisch beschreiben, lassen sie sich anhand von Kompetenzstufen auch inhaltlich interpretieren. Kompetenzstufen sind zudem besser dazu geeignet, die Anteile von besonders schwachen oder besonders starken Schülerinnen und Schülern in den Ländern zu bestimmen. Jede Kompetenzstufe umfasst einen gewissen Bereich von Testpunkten und eine inhaltliche Beschreibung der Kompetenzanforderungen, die Schülerinnen und Schüler mit Testwerten innerhalb dieses Bereichs typischerweise bewältigen können. Dazu werden die von den Schülerinnen und Schülern erreichten Testwerte auf die Kompetenzstufenmetrik umgerechnet (vgl. Kapitel 2.1).

Der Bezug zu den Bildungsstandards wird durch eine Zuordnung der einzelnen Kompetenzstufen den abschlussbezogenen Mindest-, Regel- und Optimalstandards hergestellt. Das Erreichen dieser Standards wird in Kapitel 5 dargestellt. Die im IQB-Bildungstrend verwendeten Kompetenzstufenmodelle werden in Kapitel 2 ausführlich beschrieben.

Standardfehler und Signifikanztests

Ziel des IQB-Bildungstrends ist es, von Ergebnissen, die für Stichproben ermittelt wurden, auf Kennwerte der gesamten Zielpopulation zu schließen. Diese Art von Schlüssen ist immer mit einer gewissen Unsicherheit verbunden, deren Ausmaß mit dem Standardfehler (*SE*) angegeben wird. Je kleiner der Standardfehler eines statistischen Kennwerts ist, desto präziser bildet der anhand der Stichprobe geschätzte Wert den tatsächlichen Wert in der Zielpopulation ab. Geschätzte Kennwerte mit einem großen Standardfehler sind dementsprechend mit einer größeren Unsicherheit behaftet. Die Standardfehler von Kennwerten können auch dazu genutzt werden, die statistische Signifikanz von Unterschieden und Trends zu ermitteln. Auf mögliche Quellen von Unsicherheiten, die beim Vergleich von statistischen Kennwerten zwischen Gruppen oder über die Zeit berücksichtigt werden müssen, wird in Kapitel 13 näher eingegangen.

Praktische Relevanz und standardisierte Mittelwertsdifferenzen

Neben der statistischen Signifikanz werden soweit wie möglich auch Indikatoren für die praktische Relevanz von Unterschieden angegeben. Die statistische Signifikanz eines Unterschiedes hängt von der Unsicherheit der Schätzungen ab, die wiederum von der Stichprobengröße beeinflusst wird. So ist bei kleineren Stichproben die Unsicherheit der Schätzungen höher und bei größeren entsprechend kleiner. Werden zwei kleine Gruppen, zum Beispiel Schülerinnen und Schüler, deren Familien aus verschiedenen Herkunftsländern zugewandert sind, miteinander verglichen, so könnte ein bestimmter Mittelwertsunterschied als statistisch nicht signifikant ausgewiesen werden, wohingegen ein Mittelwertsunterschied in vergleichbarer Höhe zwischen zwei größeren Gruppen, zum Beispiel Schülerinnen und Schülern aus verschiedenen Ländern in Deutschland, sich als statistisch signifikant erweisen würde.

Zur Beurteilung der praktischen Relevanz lassen sich verschiedene Werte heranziehen. Zum einen können standardisierte Mittelwertsdifferenzen oder Effektstärken (d) berechnet werden. Diese relativieren die zwischen zwei Gruppen festgestellten Unterschiede an ihrer gemeinsamen Standardabweichung (vgl. Cohen, 1988). Anhand dieses Indikators lassen sich bestimmte Gruppenunterschiede direkt miteinander vergleichen, auch wenn die Streuung der Werte in den Gruppen variiert. Zum anderen kann für Unterschiede in den erreichten Kompetenzen angegeben werden, wie groß der Unterschied im Vergleich zum erwarteten Lernzuwachs in einem Schuljahr ausfällt. Schätzungen der erwarteten Lernzuwächse zwischen der 9. und 10. Jahrgangsstufe basierend auf Normierungsstudien des IQB werden für das Fach Mathematik in Kapitel 6.1 und für die naturwissenschaftlichen Fächer in Kapitel 6.2 dargestellt. Bei der Interpretation dieser Werte ist jedoch zu beachten, dass der Lernzuwachs keine konstante Größe darstellt, sondern in Abhängigkeit von der Jahrgangsstufe (Bloom, Hill, Black & Lipsey, 2008) sowie der Schulart und dem Fach (Köller & Baumert, 2012) variiert. Typischerweise fallen die Lernzuwächse zu Beginn der Schulzeit höher aus als im weiteren Verlauf, sodass die angegebenen Lernzuwächse am Ende der Sekundarstufe I eher konservative Schätzungen darstellen.

3.2.4 Hinweise zur Interpretation der Trends

Die im IQB-Bildungstrend 2018 ermittelten Trendschätzungen werden als Veränderungen der im Mittel erreichten Kompetenzen im Vergleich zum Jahr 2012 interpretiert. Dafür müssen sich die Schätzungen der Kompetenzmittelwerte für beide Zeitpunkte auf eine vergleichbare Population beziehen. Für die im IQB-Bildungstrend 2018 untersuchten Kompetenzbereiche im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern wurden in beiden Erhebungen Stichproben getestet, die sowohl bundesweit als auch auf Länderebene für die Gesamtpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im allgemeinbildenden Schulsystem (einschließlich Förderschulen) repräsentativ sind. Die im IQB-Bildungstrend 2018 ermittelten und auf die Berichtsmetrik umgerechneten Kompetenzwerte können in diesen Kompetenzbereichen also direkt mit den im IQB-Ländervergleich 2012 festgestellten Kompetenzwerten verglichen werden.

Darüber hinaus sollten insbesondere bei der Interpretation von Veränderungen in den Kompetenzstufenbesetzungen innerhalb eines Landes im Vergleich der Jahre 2012 und 2018 folgende Hinweise berücksichtigt werden:

1. Die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen hängt auch mit der Streuung der erreichten Kompetenzwerte zusammen. Bei gleichem Mittelwert sind in einem Land mit einer hohen Streuung der Kompetenzwerte die Stufen an den Rändern der Kompetenzstufenverteilung stärker besetzt als in einem Land mit geringerer Streuung. Eine Veränderung an den Rändern der Kompetenzstufenverteilung weist daher nicht zwangsläufig darauf hin, dass sich das erreichte Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler insgesamt erhöht oder verringert hat, sondern verweist zunächst auf eine Veränderung der Streuung. So ist beispielsweise ein steigender Anteil von Schülerinnen und Schülern, die die Optimalstandards erreichen, vor allem dann eine wünschenswerte Entwicklung, wenn sich gleichzeitig der Anteil an Schülerinnen und Schülern verringert oder zumindest nicht erhöht hat, die die Mindeststandards verfehlen.
2. Veränderungen der Kompetenzstufenbesetzungen sollten ins Verhältnis zum Ausgangsniveau gesetzt werden. Ein um 10 Prozentpunkte höherer Anteil der Schülerinnen und Schüler, die die Regelstandards erreichen, dürfte zum Beispiel bei einem Ausgangsniveau von 25 Prozent anders zu bewerten sein als bei einem Ausgangsniveau von 70 Prozent.
3. Die identifizierten Differenzen können auch von sogenannten Boden- oder Deckeneffekten beeinflusst werden. Diese treten dann auf, wenn die Ränder der Kompetenzstufenverteilung bereits nahezu minimal oder maximal besetzt sind. Verfehlten beispielsweise im Jahr 2012 nur 3 Prozent der Schülerinnen und Schüler in einem Land die Mindeststandards, ist eine weitere Reduktion dieses Anteils kaum noch möglich.

Literatur

- Bloom, H. S., Hill, C. J., Black, A. R. & Lipsey, M. W. (2008). Performance trajectories and performance gaps as achievement effect-size benchmarks for educational interventions. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 1, 289–328.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Köller, O. & Baumert, J. (2012). Schulische Leistungen und ihre Messung. In W. Schneider & U. Lindenberger (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (Bd. 7, S. 645–661). Weinheim: Beltz.
- Mahler, N., Kölm, J. & Werner, B. (im Druck). Entwicklung von Mathematiktestaufgaben für Schüler*innen mit einem sonderpädagogischen Förderbedarf im Lernen – Konzeption und erste Ergebnisse. In C. Gresch, P. Kuhl, M. Grosche, C. Sälzer & P. Stanat (Hrsg.), *Schüler*innen mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen: Einblicke und Entwicklungen*. Wiesbaden: Springer VS.
- OECD (2012) = Organisation for Economic Co-operation and Development. (2012). *PISA 2009 Technical Report*. Paris, France: OECD Publishing.

Kapitel 4

Kontextinformationen zu den Schulsystemen der Länder in der Sekundarstufe I

Stefan Schipolowski, Petra Stanat, Nicole Mahler und Sarah Lenz

4.1 Einleitung

Bevor in den folgenden Kapiteln die von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in den Ländern erreichten Kompetenzen beschrieben werden, erfolgt an dieser Stelle zunächst eine überblicksartige Darstellung grundlegender Merkmale der Schulsysteme der Länder in der Sekundarstufe I, die für die Interpretation der Ergebnisse bedeutsam sein können. Sowohl aus Platzgründen als auch aufgrund der Tatsache, dass nicht zu allen potenziell relevanten Kontextfaktoren belastbare Daten vorliegen, kann dabei nur auf ausgewählte Kontextbedingungen in der Sekundarstufe I eingegangen werden. Diese werden zusammenfassend beschrieben, wobei im Ländervergleich auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede aufmerksam gemacht wird.

Bei den folgenden Informationen handelt es sich um Merkmale der Schullaufbahnen der Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I, die allgemeine Lernbedingungen und potenzielle Lerngelegenheiten kennzeichnen. Sie basieren überwiegend auf amtlichen Schulstatistiken und Vorgaben der Kultusbehörden der Länder. Konkret wird darauf eingegangen,

- welcher Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in den Ländern einen sonderpädagogischen Förderbedarf aufweist, inwieweit diese Schülerinnen und Schüler in Förderschulen oder allgemeinen Schulen unterrichtet werden und inwieweit für sie die Bildungspläne der allgemeinen Schule maßgeblich sind,
- wie viele Stunden Unterricht für die Fächer Mathematik, Biologie, Chemie und Physik beziehungsweise für die Naturwissenschaften insgesamt in der Sekundarstufe I mindestens vorgesehen sind,
- welcher Anteil der Schulen in den Ländern eine Teilnahme der Schülerinnen und Schüler am Ganztagsbetrieb ermöglicht beziehungsweise vorsieht,
- wie sich die Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in den Ländern auf verschiedene Schularten verteilen und
- welche Schulabschlüsse die Schülerinnen und Schüler in den Ländern erreichen.

Abschließend wird zudem anhand der durch das IQB erhobenen Daten die soziale und zuwanderungsbezogene Zusammensetzung der Schülerschaft an Gymnasien und an nichtgymnasialen Schulen beschrieben. Diese Betrachtung auf Schulebene ergänzt die in den Kapiteln 8 und 9 dargestellten Informationen zur sozialen und zuwanderungsbezogenen Zusammensetzung der Schülerschaft in den Ländern.

Entsprechend der in den Ergebniskapiteln berichteten Trends in den erreichten Kompetenzen, die sich auf Veränderungen zwischen den Jahren 2012 und 2018 beziehen, erfolgt auch die Darstellung der Kontextbedingungen für die Populationen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler der Schuljahre 2011/2012 und 2017/2018, um mögliche Veränderungen in diesen Bedingungen abzubilden.

4.2 Ausgewählte Merkmale der Schulsysteme der Länder

4.2.1 Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf

Ein wesentlicher schulstruktureller Aspekt, in dem sich die Länder in der Sekundarstufe I unterscheiden, betrifft den Anteil und den Beschulungsort von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf (SPF). In den Tabellen 4.1 und 4.2 ist für das Schuljahr 2011/2012 beziehungsweise 2017/2018 anhand von Daten der statistischen Ämter der Länder angegeben, wie groß der Anteil der Schülerinnen und Schüler in der 9. Jahrgangsstufe ist, bei denen ein SPF vorliegt.¹ Bezieht man Neuntklässlerinnen und Neuntklässler aller Förderschwerpunkte sowohl an Förderschulen als auch an allgemeinen Schulen ein, so liegt dieser Anteil in Deutschland insgesamt im Schuljahr 2017/2018 bei gut 6 Prozent, wobei er auf Länderebene zwischen gut 5 Prozent in Baden-Württemberg² und knapp 14 Prozent in Mecklenburg-Vorpommern erheblich variiert. Darüber hinaus unterscheiden sich die Länder in der Sekundarstufe I zum Teil deutlich im Hinblick darauf, welche Anteile der Schülerinnen und Schüler mit SPF an allgemeinen Schulen (d.h. *inklusiv* beziehungsweise *integrativ*)³ einerseits und an Förderschulen andererseits unterrichtet werden. Die entsprechenden Daten der statistischen Landesämter für die 9. Jahrgangsstufe unter Berücksichtigung aller von der Kultusministerkonferenz (KMK) definierten Förderschwerpunkte sind ebenfalls in den Tabellen 4.1 und 4.2 dargestellt. Von allen Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern mit SPF besuchen demnach im Schuljahr 2017/2018 je nach Land zwischen rund 7 Prozent (Baden-Württemberg) und fast 88 Prozent (Bremen) eine allgemeine Schule.⁴ In Deutschland insgesamt liegt dieser Anteil bei knapp 33 Prozent.

Ein Vergleich der Angaben für das Schuljahr 2017/2018 mit dem Schuljahr 2011/2012 zeigt, dass der Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler mit SPF an allen Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe über den Zeitraum von sechs Jahren nur geringfügig gestiegen ist (+1 Prozentpunkt). Eine deutlich

1 Hierbei ist zu beachten, dass sich die Verfahren zur Feststellung sonderpädagogischen Förderbedarfs und somit auch die Grundlage für die Angaben teilweise zwischen den Ländern unterscheiden (vgl. Gresch & Piezunka, 2015; Malecki, 2013; Sälzer, Gebhardt, Müller & Pauly, 2015).

2 Die in Tabelle 4.2 angegebenen Quoten für Bayern und für das Saarland sind noch geringer, sie beziehen sich jedoch ausschließlich auf Schülerinnen und Schüler an Förderschulen und werden daher an dieser Stelle nicht berücksichtigt.

3 Dabei wird – wie in allen bisher veröffentlichten Ländervergleichen und Bildungstrends des IQB – keine Unterscheidung zwischen Integration und Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf getroffen. Die Diskussion zu inhaltlichen Differenzen zwischen beiden Konzepten (siehe z. B. Grosche, 2015) wird in diesem Bericht nicht aufgegriffen.

4 Den unterschiedlichen Anteilen von Schülerinnen und Schülern mit SPF an allgemeinen Schulen und an Förderschulen in den Ländern wird in den Ländervergleichsstudien und Bildungstrends des IQB seit dem Ländervergleich 2011 dadurch Rechnung getragen, dass sowohl Schülerinnen und Schüler mit SPF an allgemeinen Schulen als auch Schülerinnen und Schüler an Förderschulen in die Erhebungen einbezogen werden.

Tabelle 4.1: Verteilung der Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf in der 9. Jahrgangsstufe im Schuljahr 2011/2012 in den Ländern

Land	Gesamt- schülerzahl in der 9. Jahr- gangsstufe ¹	SuS mit SPF		SuS mit SPF in den Förderschwer- punkten LSE		SuS mit SPF in		SuS mit SPF in den Schwerpunkten LSE in	
						Förderschulen		Allgemeinen Schulen	
		Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil an SuS mit SPF in %	Anzahl	Anteil an SuS mit SPF in LSE in %
Baden-Württemberg ²	125 808	5 397	4.3	3 592	2.9	5 397	–	3 592	–
Bayern	143 487	6 003	4.2	3 758	2.6	5 196	86.6	3 077	81.9
Berlin	29 122	1 760	6.0	1 248	4.3	1 087	61.8	668	53.5
Brandenburg	20 112	1 722	8.6	1 210	6.0	1 299	75.4	423	24.6
Bremen	6 345	434	6.8	211	3.3	268	61.8	166	38.2
Hamburg	16 107	987	6.1	687	4.3	832	84.3	155	15.7
Hessen	66 028	3 498	5.3	2 342	3.5	3 265	93.3	233	6.7
Mecklenburg-Vorpommern	12 360	1 523	12.3	1 164	9.4	1 260	82.7	263	17.3
Niedersachsen ²	91 772	4 154	4.5	3 092	3.4	4 154	–	–	–
Nordrhein-Westfalen	206 595	11 453	5.5	8 542	4.1	10 135	88.5	1 318	11.5
Rheinland-Pfalz	45 294	2 048	4.5	1 619	3.6	1 910	93.3	138	6.7
Saarland ²	10 816	528	4.9	269	2.5	528	–	–	–
Sachsen	27 568	2 223	8.1	1 692	6.1	1 860	83.7	363	16.3
Sachsen-Anhalt	16 215	1 540	9.5	1 166	7.2	1 389	90.2	151	9.8
Schleswig-Holstein	33 364	1 987	6.0	1 464	4.4	1 107	55.7	880	44.3
Thüringen	15 954	1 284	8.0	979	6.1	1 036	80.7	248	19.3
Deutschland	866 948	46 542	5.4	33 035	3.8	40 724	87.5	5 818	12.5
								28 371	85.9
								4 664	14.1

Anmerkungen. SuS = Schülerinnen und Schüler; SPF = sonderpädagogischer Förderbedarf; LSE = Förderschwerpunkte „Lernen“, „Sprache“, „emotionale und soziale Entwicklung“.

¹Die Statistik des Statistischen Bundesamtes weist an Förderschulen sowie an allgemeinen Schulen in der Sekundarstufe I Schülerinnen und Schüler aus, die keiner bestimmten Jahrgangsstufe zugeordnet werden. Für diese Schülerinnen und Schüler wurde die Zuordnung zur Jahrgangsstufe geschätzt. ²Die Angaben zu Anzahl und Anteil von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf beziehen sich ausschließlich auf die Schülerinnen und Schüler in Förderschulen.

Quelle: Statistische Ämter der Länder und eigene Berechnungen.

Tabelle 4.2: Verteilung der Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf in der 9. Jahrgangsstufe im Schuljahr 2017/2018 in den Ländern

Land	Gesamt- schülerzahl in der 9. Jahr- gangsstufe ¹	SuS mit SPF		SuS mit SPF in den Förder- schwerpunkten LSE		SuS mit SPF in		SuS mit SPF in den Schwerpunkten LSE in	
		Förderschulen		Allgemeinen Schulen		Förderschulen		Allgemeinen Schulen	
		Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil an SuS mit SPF in %	Anzahl	Anteil an SuS mit SPF in LSE in %
Baden-Württemberg	109 771	5 760	5.2	3 632	3.3	5 349	92.9	411	7.1
Bayern ²	133 525	5 284	4.0	3 194	2.4	5 284	–	–	–
Berlin	29 004	2 068	7.1	1 338	4.6	699	33.8	1 369	66.2
Brandenburg	22 185	1 907	8.6	1 315	5.9	1 110	58.2	797	41.8
Bremen	6 046	534	8.8	401	6.6	65	12.2	469	87.8
Hamburg	15 484	1 355	8.8	1 054	6.8	508	37.5	847	62.5
Hessen	58 821	3 500	6.0	2 374	4.0	2 683	76.7	817	23.3
Mecklenburg-Vorpommern	14 033	1 896	13.5	1 491	10.6	1 466	77.3	430	22.7
Niedersachsen	79 996	5 547	6.9	4 031	5.0	3 078	55.5	2 469	44.5
Nordrhein-Westfalen	186 905	13 012	7.0	9 644	5.2	7 704	59.2	5 308	40.8
Rheinland-Pfalz	39 335	2 424	6.2	1 930	4.9	1 798	74.2	626	25.8
Saarland ²	8 734	440	5.0	256	2.9	440	–	–	–
Sachsen	32 182	2 602	8.1	1 949	6.1	1 917	73.7	685	26.3
Sachsen-Anhalt	17 600	1 642	9.3	1 183	6.7	1 171	71.3	471	28.7
Schleswig-Holstein	29 216	2 295	7.9	1 651	5.7	632	27.5	1 663	72.5
Thüringen	17 929	1 268	7.1	924	5.2	823	64.9	445	35.1
Deutschland	800 767	51 535	6.4	36 367	4.5	34 727	67.4	16 807	32.6
								22 046	60.6
								14 321	39.4

Anmerkungen. SuS = Schülerinnen und Schüler; SPF = sonderpädagogischer Förderbedarf; LSE = Förderschwerpunkte „Lernen“, „Sprache“, „emotionale und soziale Entwicklung“.

¹ Die Statistik des Statistischen Bundesamtes weist an Förderschulen sowie an allgemeinen Schulen in der Sekundarstufe I Schülerinnen und Schüler aus, die keiner bestimmten Jahrgangsstufe zugeordnet werden. Für diese Schülerinnen und Schüler wurde die Zuordnung zur Jahrgangsstufe geschätzt. Die hier angegebenen Fallzahlen weichen daher geringfügig von den Angaben in Tabelle 3.3 (vgl. Kapitel 3.1) ab.

² Die Angaben zu Anzahl und Anteil von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf beziehen sich ausschließlich auf die Schülerinnen und Schüler in Förderschulen.

Quelle: Statistische Ämter der Länder und eigene Berechnungen.

größere Veränderung ist hingegen für die Verteilung auf die Schularten festzustellen. So liegt der Anteil der Schülerinnen und Schüler mit SPF, die eine allgemeine Schule besuchen, in der 9. Jahrgangsstufe im Schuljahr 2017/2018 bundesweit um 20 Prozentpunkte höher als im Schuljahr 2011/2012. Die Verbreitung gemeinsamen Unterrichts hat also erheblich zugenommen.

Wie in Kapitel 3.1 erläutert, wurden im IQB-Bildungstrend 2018 – ebenso wie bereits im IQB-Ländervergleich 2012 – nur Förderschulen in die Erhebungen einbezogen, die den Förderschwerpunkten „Lernen“, „Sprache“ oder „emotionale und soziale Entwicklung“ (LSE) zuzuordnen sind. Daher werden die zuvor beschriebenen Statistiken in den Tabellen 4.1 und 4.2 zusätzlich auch für Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in diesen Förderschwerpunkten ausgewiesen. Da Schülerinnen und Schüler mit SPF in der Sekundarstufe I überwiegend einem oder mehreren dieser drei Förderschwerpunkte zugeordnet sind, ergeben sich für diese Teilpopulation erwartungsgemäß in den meisten Ländern ähnliche Verteilungen wie für die Gesamtgruppe aller Heranwachsenden mit SPF in der 9. Jahrgangsstufe.

Für die Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards ist die Frage von Bedeutung, ob für die Schülerinnen und Schüler mit SPF dieselben Bildungspläne maßgeblich sind wie für Schülerinnen und Schüler ohne SPF, ob sie also *zielgleich* oder *zieldifferent* unterrichtet werden. Da für zieldifferent unterrichtete Jugendliche eigene Anforderungen gelten, die nicht zwangsläufig auf den Bildungsstandards basieren, wäre es unangebracht, die Bildungsstandards als Maßstab für die von ihnen erreichten Leistungen heranzuziehen. Bei den Analysen zur Frage, inwieweit die Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Ländern die Bildungsstandards erreichen (vgl. Kapitel 5), wurden daher – abweichend von den Analysen zu Mittelwerten und Streuungen der erreichten Kompetenzen (vgl. Kapitel 6) – nur jene Neuntklässlerinnen und Neuntklässler einbezogen, die nach den Regelungen des jeweiligen Landes zielgleich und somit auf Grundlage der Bildungsstandards unterrichtet werden. Da die amtliche Statistik keine Angaben dazu enthält, welcher Anteil der Schülerinnen und Schüler zieldifferent unterrichtet wird, müssen die entsprechenden Quoten anhand der Daten des IQB-Ländervergleichs 2012 und des IQB-Bildungstrends 2018 geschätzt werden. Die für den organisatorischen Ablauf der Studie an der Schule zuständigen Lehrkräfte (Schulkoordinatorinnen und Schulkoordinatoren) wurden deshalb gebeten, in einer dafür vorgesehenen Liste jeweils zu kennzeichnen, für welche Schülerinnen und Schüler andere Bildungspläne (bzw. Lehrpläne/Rahmenlehrpläne/Kerncurricula) als die der allgemeinen Schule gelten. Die anhand dieser Angaben ermittelten Quoten sind für die untersuchten Schülerpopulationen der Jahre 2012 und 2018 in Tabelle 4.3 aufgeführt. Diese beziehen sich, wie bereits erläutert, überwiegend auf die Förderschwerpunkte LSE.⁵ Zu beachten ist bei der Interpretation dieser Angaben, dass weder der IQB-Ländervergleich 2012 noch der IQB-Bildungstrend 2018 darauf angelegt waren, die Anteile der zielgleich und zieldifferent unterrichteten Schülerinnen

5 Abweichungen zwischen Tabelle 4.1/4.2 und Tabelle 4.3 hinsichtlich des Anteils der Schülerinnen und Schüler mit SPF an der Gesamtpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler sind insbesondere darauf zurückzuführen, dass die Angaben in den Tabellen 4.1 und 4.2 auf Populationsdaten der statistischen Ämter beruhen, während es sich bei den Angaben in Tabelle 4.3 um Schätzungen anhand von Stichprobendaten handelt, die mit statistischer Unsicherheit behaftet sind. Zudem wurden im IQB-Ländervergleich 2012 und im IQB-Bildungstrend 2018 nur Förderschulen mit den Förderschwerpunkten LSE einbezogen, während an allgemeinen Schulen auch Schülerinnen und Schüler anderer Förderschwerpunkte an den Testungen teilnahmen (vgl. Kapitel 3.1).

Tabelle 4.3: Anteile zielgleich und zieldifferent unterrichteter Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf in der 9. Jahrgangsstufe nach Fach in den Ländern

Land	2012				2018			
	zielgleich unter- richtete SuS mit SPF		zieldifferent unter- richtete SuS mit SPF		zielgleich unter- richtete SuS mit SPF		zieldifferent unter- richtete SuS mit SPF	
	Mathe- matik	Natur- wissen- schaften ¹	Mathe- matik	Natur- wissen- schaften ¹	Mathe- matik	Natur- wissen- schaften ¹	Mathe- matik	Natur- wissen- schaften ¹
	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %
Baden-Württemberg	3	3	1	1	1	1	1	1
Bayern	2	2	< 1	< 1	2	2	1	< 1
Berlin	1	1	3	3	2	3	2	2
Brandenburg	2	2	2	2	3	4	2	2
Bremen	< 1	1	3	2	3	3	2	2
Hamburg	1	1	3	3	3	3	3	3
Hessen	1	1	2	1	2	2	2	2
Mecklenburg- Vorpommern	6	6	1	1	10	10	2	1
Niedersachsen	1	1	1	1	2	2	3	3
Nordrhein-Westfalen	< 1	< 1	4	4	2	1	3	3
Rheinland-Pfalz	2	2	2	1	1	2	2	< 1
Saarland	2	2	2	2	2	2	1	< 1
Sachsen	6	5	< 1	< 1	5	5	1	1
Sachsen-Anhalt	3	3	2	2	3	3	4	3
Schleswig-Holstein	2	2	2	1	2	3	3	2
Thüringen	5	4	< 1	< 1	2	2	2	2
Deutschland	2	2	2	2	2	2	2	2

Anmerkungen. SuS = Schülerinnen und Schüler; SPF = sonderpädagogischer Förderbedarf. Alle Werte sind ganzzahlig gerundet. Die Angaben beziehen sich überwiegend auf Schülerinnen und Schüler der Förderschwerpunkte „Lernen“, „Sprache“ oder „emotionale und soziale Entwicklung“ (vgl. Kapitel 3.1) und geben den Anteil dieser Schülerinnen und Schüler an allen Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in den Ländern wieder.

¹ Über die Fächer Biologie, Chemie und Physik gemittelter Anteil.

Quelle: Daten des IQB-Ländervergleichs 2012 und des IQB-Bildungstrends 2018.

und Schüler zu schätzen. Daher stellen die angegebenen Quoten keine präzisen Populationsbeschreibungen dar; sie dienen vor allem dazu, transparent zu machen, welcher Anteil von Schülerinnen und Schülern aus den Analysen der Kompetenzstufenverteilungen in den einzelnen Ländern (vgl. Kapitel 5) ausgeschlossen wurde.

Wie aus Tabelle 4.3 hervorgeht, ist der Anteil der zieldifferent unterrichteten Neuntklässlerinnen und Neuntklässler mit SPF an der Gesamtpopulation der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe mit rund 2 Prozent in Deutschland insgesamt klein und hat sich gegenüber dem ersten Testzeitpunkt im Schuljahr 2011/2012 nicht verändert. Auf Länderebene variiert der Anteil im Jahr 2018 weitgehend zwischen 1 und 3 Prozent; Ausnahmen bilden Sachsen-Anhalt mit einem Anteil von rund 4 Prozent im Fach Mathematik sowie Bayern, Rheinland-Pfalz und das Saarland mit einem Anteil von jeweils weniger als einem Prozent in den Naturwissenschaften. Auch wenn der Anteil zieldifferent unterrichteter Schülerinnen und Schüler in allen Ländern gering ist, sollte bei der Interpretation der Ergebnisse zum Erreichen der Bildungsstandards berücksichtigt

werden, dass in den einzelnen Ländern geringfügig unterschiedliche Anteile von Jugendlichen aus den Analysen ausgeschlossen wurden.

4.2.2 Unterrichtszeit

Der Umfang schulischer Lerngelegenheiten der Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I hängt insbesondere von den Vorgaben der Länder zur Anzahl der Unterrichtsstunden ab. In Tabelle 4.4 wird dargestellt, wie viele Stunden Unterricht im Fach Mathematik sowie in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik gemäß den Stundentafeln der Länder an allgemeinen Schulen in den Jahrgangsstufen 5 bis 10 mindestens erteilt werden sollen.⁶ Für die Naturwissenschaften wird dabei für alle Länder auch eine Gesamtstundenzahl angegeben, da aufgrund fächerintegrierten Unterrichts oder einer Kontingentstundentafel⁷ teilweise keine fachspezifischen Vorgaben für die Einzelfächer bestehen.

Die Angaben in Tabelle 4.4 zeigen, dass die Regelungen zur Unterrichtszeit in der Sekundarstufe I zwischen den Ländern vor allem in den Naturwissenschaften erheblich variieren, sich jedoch seit dem Schuljahr 2011/2012 nur in wenigen Fällen verändert haben. Geänderte Stundenvorgaben für das Fach Mathematik und/oder die naturwissenschaftlichen Fächer sind lediglich für Haupt- und Werkrealschulen in Baden-Württemberg⁸, Stadtteilschulen und Gymnasien in Hamburg, Gymnasien in Niedersachsen sowie Sekundarschulen und Gesamtschulen in Sachsen-Anhalt zu verzeichnen. Zu beachten ist, dass die Übersicht zu den Stundenvorgaben – sofern nicht anders gekennzeichnet – nur die vorgegebenen Mindeststundenzahlen wiedergibt. Unberücksichtigt bleibt dabei, dass die Schulen in einigen Ländern innerhalb eines bestimmten Rahmens zusätzliche Stunden für bestimmte Fächer vorsehen können, sodass die Stundenvorgaben an einzelnen oder sogar den meisten Schulen von den hier tabellierten Angaben abweichen können.

Nicht in Tabelle 4.4 enthalten sind Angaben zu den Förderschulen. Hier gilt für die Mehrzahl der Länder, dass für zielgleich unterrichtete Schülerinnen und Schüler an Förderschulen mit dem Schwerpunkt „Sprache“ oder „emotionale und soziale Entwicklung“ die Stundentafel des jeweiligen Bildungsganges an allgemeinen (nichtgymnasialen) Schularten gilt. Für Schülerinnen und Schüler an Förderschulen mit dem Schwerpunkt „Lernen“, die ziendifferent unterrichtet werden, gibt es hingegen in zahlreichen Ländern eigene Regelungen. Im Fach Mathematik orientieren sich die entsprechenden Stundenvorgaben in der Regel

6 Die in Tabelle 4.4 aufgeführten Stundenumfänge und Schularten beruhen auf Angaben der Kultusministerien der Länder auf Grundlage der jeweils geltenden Verordnungen. Die Herausgeberinnen und Herausgeber danken dem Sekretariat der KMK für die Durchführung der Länderabfrage zu den Stundentafeln. Unser Dank gilt insbesondere Frau Dr. Andrea Schwermer.

7 In einigen Ländern weist die Stundentafel keine separaten Stundenzahlen für die einzelnen Fächer pro Schuljahr aus, sondern ist als sogenannte Kontingentstundentafel abgefasst. Die Kontingentstundentafel legt fest, wie viele Jahreswochenstunden insgesamt innerhalb mehrerer Schuljahre für ein bestimmtes Fach oder – je nach Ausgestaltung – für ein mehrere Fächer umfassendes Aufgabenfeld zu erteilen sind. Wie diese Jahreswochenstunden jedoch auf die einzelnen Jahrgangsstufen beziehungsweise Fächer verteilt werden, entscheiden die einzelnen Schulen. Sie erhalten damit pädagogischen Freiraum und können die Verteilung der Stunden nutzen, um Schwerpunkte zu setzen und Schulkonzepte zu gestalten.

8 Neue Vorgaben des Bildungsplans 2016 wurden hierbei nicht berücksichtigt, da diese im Schuljahr 2017/2018 nur für die Jahrgangsstufen 5 bis 7 galten.

Rheinland-Pfalz	Hauptschule ¹¹	20	18	4 ¹⁰	–	–	20	18	4 ¹⁰	–	–
	Realschule	24	23	5 ⁸	5 ⁸	6 ⁸	24	23	5 ⁸	5 ⁸	6 ⁸
	Realschule plus, Integrierte Gesamtschule	24	23	–	–	–	24	23	–	–	–
	Gymnasium (G8) ²⁶	23	29	7 ⁸	7 ⁸	8 ⁸	23	29	7 ⁸	7 ⁸	8 ⁸
	Gymnasium (G9) ²⁶	23	26	6 ⁸	6 ⁸	7 ⁸	23	26	6 ⁸	6 ⁸	7 ⁸
	Erweiterte Realschule ²⁷	27	20	8	6	6	–	–	–	–	–
Sachsen	Gesamtschule	27	20	2 ⁹	4 ⁹	4 ⁹	–	–	–	–	–
	Gemeinschaftsschule ²⁸	25	22	5 ⁵	5 ⁵	5 ⁵	25	22	5 ⁵	5 ⁵	5 ⁵
	Gymnasium ²⁹	26	23	6 ^{8, 30}	6 ^{8, 30}	8 ^{8, 30}	26	23	6 ^{8, 30}	6 ^{8, 30}	8 ^{8, 30}
	Mittelschule, Oberschule	26	26	10	6	10	26	26	10	6	10
	Gymnasium ³¹	25	28	11	7	10	25	28	11	7	10
	Sekundarschule	26	26	–	–	–	24	22	8 ³²	6 ³²	8 ³²
Sachsen-Anhalt	Integrierte Gesamtschule	26	26	–	–	–	26	25	8 ³²	7 ³²	10 ³²
	Gemeinschaftsschule	–	–	–	–	–	24	22	8 ³²	6 ³²	8 ³²
	Gymnasium	25	29	11	8	10	25	29	11	8	10
	Regionalschule ³³	26	25	–	–	–	26	25	–	–	–
Schleswig-Holstein	Gemeinschaftsschule	26	24	–	–	–	26	24	–	–	–
	Gymnasium (G8)	26	25	–	–	–	26	25	–	–	–
	Gymnasium (G9)	24	22	10	4	8	24	22	–	–	–
	Regelschule, Integrierte Gesamtschule	22	26 ³⁴	4 ⁸	4 ⁸	4 ⁸	22	26 ³⁴	4 ⁸	4 ⁸	4 ⁸
	Gemeinschaftsschule	22	26 ³⁴	–	–	–	22	26 ³⁴	–	–	–
Thüringen	Gymnasium	22	29 ³⁴	6 ⁸	6 ⁸	6 ⁸	22	29 ³⁴	6 ⁸	6 ⁸	6 ⁸

Anmerkungen. Mat = Unterrichtsfach Mathematik; Naturwissenschaften insg. = naturwissenschaftlicher Unterricht insgesamt; Bio = Unterrichtsfach Biologie; Che = Unterrichtsfach Chemie; Phy = Unterrichtsfach Physik. Bei den Angaben handelt es sich, soweit nicht anders angegeben, um die vorgesehenen Mindeststundenzahlen. Differenzierte Angaben für die Fächer Biologie, Chemie und Physik werden nur gemacht, wenn auf das Einzelfach bezogene Vorgaben zu den Unterrichtsstunden vorliegen.

¹ Im Schuljahr 2017/2018 galten für die Klassen 5 bis 7 bereits neue Vorgaben des Bildungsplans 2016, diese sind hier nicht berücksichtigt. ² Die Angaben beziehen sich auf den Hauptschulabschluss in Klasse 9. ³ Die Angaben beziehen sich auf den Abschluss in Klasse 9. ⁴ Die Angaben beziehen sich auf den Abschluss in Klasse 10. ⁵ Die Angabe bezieht sich auf die an Hauptschulen und Werkrealschulen. ⁶ Für die Klassenstufen 5 und 6 wurden Angaben zur Grundschule herangezogen. ⁷ In den Klassenstufen 9 und 10 können jeweils bis zu zwei Wochenstunden auch als naturwissenschaftlicher Wahlpflichtkurs angeboten werden. ⁸ Die Angabe bezieht sich auf die Jahrgangsstufen 7-10. ⁹ Die Angabe bezieht sich auf die Jahrgangsstufen 9-10. ¹⁰ Die Angabe bezieht sich auf die Jahrgangsstufen 7-9. ¹¹ Die Angaben beziehen sich auf den Hauptschulabschluss in Klasse 9. ¹² Praxisorientierter Bildungsgang mit Hauptschulabschluss in Klasse 9. ¹³ Die Angabe bezieht sich auf die Jahrgangsstufe 7. ¹⁴ Mittlerer Bildungsgang mit Mittlerem Schulabschluss in Klasse 10. ¹⁵ 8-jähriger gymnasialer Bildungsgang an Gymnasien und in Gymnasialklassen kooperativer Gesamtschulen. ¹⁶ In Jahrgangsstufe 10 sind für die drei naturwissenschaftlichen Fächer insgesamt 6 Jahreswochenstunden vorgesehen. Neben der hier angesetzten Verteilung der 6 Stunden auf alle drei Fächer (2+2+2) ist auch eine Aufteilung auf nur zwei der drei Fächer möglich (3+3+0). ¹⁷ 9-jähriger gymnasialer Bildungsgang an Gymnasien und in Gymnasialklassen kooperativer Gesamtschulen. ¹⁸ Für die Klassenstufen 5 und 6 wurden Angaben zur schulartenunabhängigen Orientierungsstufe herangezogen. ¹⁹ Die Angaben beziehen sich auf Oberschulen ohne gymnasiales Angebot. ²⁰ Die Angabe bezieht sich auf den Pflichtunterricht nach der Studententafel für den Unterricht ohne Profilbereich. ²¹ Angaben gemäß RdErl. d. MK v. 16.12.2011, der am 1.8.2012 in Kraft trat. ²² Die Angaben beziehen sich auf den Abschluss in Klasse 10. ²³ Die Sekundarschule wurde im Jahr 2011 eingeführt. Die Angaben beziehen sich auf Sekundarschulen in integrierter und teiltintrierter Form. ²⁴ Angabe gemäß der Verordnung zur Neufassung und Änderung von Ausbildungs- und Prüfungsordnungen gemäß § 52 Schulgesetz NRW vom 2. November 2012, die am 1.8.2013 in Kraft trat. ²⁵ Die Angabe bezieht sich auf die Jahrgangsstufen 5-9. ²⁶ Die Angaben beziehen sich auf den nicht-alsprachlichen Bildungsgang. ²⁷ Die Angaben beziehen sich auf den Bildungsgang, der zum Mittleren Schulabschluss führt. ²⁸ Die Gemeinschaftsschule wurde im Jahr 2012 eingeführt. ²⁹ Die Angaben beziehen sich auf den nicht-naturwissenschaftlichen (sprachlichen) Zweig. Im naturwissenschaftlichen Zweig liegt die Stundenvorgabe für die naturwissenschaftlichen Fächer insgesamt 9 Stunden höher. ³⁰ In Jahrgangsstufe 10 ist die Abwahl eines der drei Fächer Biologie, Chemie oder Physik möglich. Hierdurch verringert sich die Stundenvorgabe für das jeweilige Fach um 2 Stunden. ³¹ Im naturwissenschaftlichen Profil kommen in den Jahrgangsstufen 8 bis 10 jeweils drei Wochenstunden fächerverbindender naturwissenschaftlicher Unterricht hinzu. ³² In der Studententafel sind die Wochenpflichtstunden teilweise als Gesamtzahl für die gesamte Fächergruppe (Biologie, Chemie, Physik, Astronomie) ausgewiesen. Die Aufteilung auf die Fächer obliegt der Schule und kann von der hier ausgewiesenen Verteilung geringfügig abweichen. ³³ Schultafel läuft zum Schuljahr 2018/2019 aus. ³⁴ Gesamtsumme einschließlich zusätzlicher flexibler Stunden zur Förderung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich.

Quelle: Länderabfrage des KMK-Sekretariats zu dem in den Studententafeln der Länder ausgewiesenen Unterricht an Schulen des Sekundarbereichs I.

an Bildungsgängen der allgemeinen Schulen, die zum Hauptschulabschluss führen. Dies gilt in einigen Ländern auch für die Naturwissenschaften, die an Förderschulen mit dem Schwerpunkt „Lernen“ in der Regel fächerintegriert unterrichtet werden. In anderen Ländern ist hingegen an Förderschulen mit dem Schwerpunkt „Lernen“ ein im Vergleich zu den allgemeinen Schulen deutlich geringerer Stundenumfang für den naturwissenschaftlichen Unterricht vorgesehen.

4.2.3 Ganzttag

Im Folgenden wird beschrieben, inwieweit in den Ländern Ganztagsangebote bereitgestellt werden. Bei Ganztagschulen handelt es sich nach der Definition der KMK um „Schulen, bei denen (...)“

- an mindestens drei Tagen in der Woche ein ganztägiges Angebot für die Schülerinnen und Schüler bereitgestellt wird, das täglich mindestens sieben Zeitstunden⁹ umfasst;
- an allen Tagen des Ganztagsbetriebs den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern ein Mittagessen bereitgestellt wird;
- die Ganztagsangebote unter der Aufsicht und Verantwortung der Schulleitung organisiert, in enger Kooperation mit der Schulleitung durchgeführt werden und in einem konzeptionellen Zusammenhang mit dem Unterricht stehen.“ (KMK, 2018, S. 20).

Ab dem Schuljahr 2016/2017 werden durch die KMK zudem auch jene Schulen als Ganztagschulen gezählt, deren Schulleitung abweichend vom dritten oben aufgeführten Spiegelpunkt „auf der Basis eines gemeinsamen pädagogischen Konzeptes mit einem außerschulischen Träger kooperiert“ und „eine Mitverantwortung für das Angebot“ trägt (KMK, 2018, S. 21).¹⁰

Je nach Land werden teilweise unterschiedliche Bezeichnungen und Definitionen für Ganztagschulen verwendet. Hierauf soll an dieser Stelle ebenso wenig eingegangen werden wie auf Unterschiede in weiteren organisatorischen und inhaltlichen Aspekten (vgl. etwa KMK, 2015; StEG-Konsortium, 2019). Eine wesentliche Differenzierung, die hier aufgegriffen werden soll, betrifft allerdings die Frage, ob die Teilnahme am Ganztagsbetrieb für die Heranwachsenden freiwillig oder verpflichtend ist.

Es werden dazu drei Formen der Ganztagschule unterschieden:

- „In der *voll gebundenen Form* sind *alle* Schülerinnen und Schüler verpflichtet, an mindestens drei Wochentagen für jeweils mindestens sieben Zeitstunden an den ganztägigen Angeboten der Schule teilzunehmen.
- In der *teilweise gebundenen Form* verpflichtet sich *ein Teil* der Schülerinnen und Schüler (z. B. einzelne Klassen oder Klassenstufen), an mindestens drei Wochentagen für jeweils mindestens sieben Zeitstunden an den ganztägigen Angeboten der Schule teilzunehmen.

⁹ Diese sieben Zeitstunden beinhalten auch den regulären Vormittagsunterricht.

¹⁰ Ein Vergleich der Statistik der KMK zu den Ganztagschulen im Schuljahr 2016/2017 mit den Angaben zum Schuljahr 2015/2016 (vor Anwendung der erweiterten Definition) legt nahe, dass die Veränderung der Definition keine bedeutsamen Auswirkungen auf die Angaben zum Anteil der Ganztagschulen in der Sekundarstufe I hat.

Tabelle 4.5: Anteil der Ganztagschulen an allen allgemeinen Schulen in den Schuljahren 2011/2012 und 2017/2018 in den Ländern

Land	Schuljahr 2011/2012 Anteil der Ganztagschulen (in %)				Schuljahr 2017/2018 Anteil der Ganztagschulen (in %) ¹			
	insgesamt	in voll gebundener Form	in teilweise gebundener Form	in offener Form	insgesamt	in voll gebundener Form	in teilweise gebundener Form	in offener Form
Baden-Württemberg	40.5	10.9	7.4	22.2	57.4	24.0	6.2	27.2
Bayern ²	67.9	1.7	27.0	39.2	79.4	3.4	27.6	48.5
Berlin	65.4	23.8	24.2	17.3	61.4	27.3	16.0	18.1
Brandenburg	65.4	28.6	7.1	29.7	69.4	35.4	4.8	29.2
Bremen	50.8	4.2	43.2	3.4	54.8	9.7	38.7	6.5
Hamburg	72.1	17.4	8.9	45.8	94.1	23.5	19.0	51.6
Hessen ³	95.0	2.7	–	92.2	96.5	5.4	–	91.1
Mecklenburg-Vorpommern	81.2	34.0	15.6	31.6	86.1	42.5	20.6	23.0
Niedersachsen ³	76.5	4.5	13.1	58.9	89.2	4.0	37.5	47.7
Nordrhein-Westfalen	40.2	40.2	–	–	49.2	48.9	0.1	0.2
Rheinland Pfalz	62.7	4.5	56.9	1.3	88.2	4.7	60.8	22.8
Saarland	98.1	2.8	19.8	75.5	99.0	9.3	9.3	80.4
Sachsen	94.9	7.8	26.9	60.2	97.1	5.6	24.3	67.1
Sachsen-Anhalt ³	39.4	5.6	9.5	24.2	50.0	8.4	13.3	28.3
Schleswig-Holstein	75.4	2.2	3.7	69.5	81.0	1.5	5.9	73.5
Thüringen	41.8	6.8	8.5	26.6	42.1	10.1	13.9	18.0
Deutschland	61.9	13.3	13.2	35.4	71.3	18.6	15.9	36.8

Anmerkungen. Die angegebenen Werte stellen teilweise Schätzungen dar und beruhen auf Statistiken der Kultusministerkonferenz zu Hauptschulen, Schulen mit mehreren Bildungsgängen, Realschulen, Gymnasien und Integrierten Gesamtschulen in öffentlicher und privater Trägerschaft. Freie Waldorfschulen wurden nicht berücksichtigt. Da gerundete Werte angegeben werden, kann die Summe der Anteile für die unterschiedlichen Formen der Ganztagschule geringfügig vom Anteil der Ganztagschulen insgesamt abweichen.

¹ Die Statistik zum Schuljahr 2017/2018 beruht auf einer erweiterten Definition von Ganztagschulen (siehe Text).

² Zur Vermeidung von Doppelzählungen werden Schulen, die sowohl ein Ganztagsangebot in gebundener als auch in offener Form anbieten, ausschließlich bei den Ganztagschulen in gebundener Form gezählt.

³ Für Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt liegen keine Angaben über Ganztagsangebote an Schulen in privater Trägerschaft vor. Die angegebenen Anteile beziehen sich daher nur auf Schulen in öffentlicher Trägerschaft.

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Grundlage von KMK (2017, 2019).

- In der *offenen Form* können *einzelne* Schülerinnen und Schüler auf Wunsch an den ganztägigen Angeboten (...) teilnehmen. Für die Schülerinnen und Schüler ist ein Aufenthalt, verbunden mit einem Bildungs- und Betreuungsangebot in der Schule an mindestens drei Wochentagen von täglich mindestens sieben Zeitstunden, möglich.“ (KMK, 2018, S. 20f.; Hervorhebungen im Original)

In Tabelle 4.5 ist basierend auf der Statistik der KMK für die einzelnen Länder angegeben, welcher Anteil der allgemeinen Schulen¹¹ gemäß der oben genannten länderübergreifenden Definition der KMK Schulen in Ganztagsform sind. Im Schuljahr 2017/2018 handelt es sich demnach bei gut 71 Prozent der allgemeinen Schulen in der Sekundarstufe I in Deutschland um Ganztagschulen. Dieser Anteil variiert auf Länderebene allerdings erheblich zwischen deutlich unter

¹¹ Förderschulen bleiben unberücksichtigt, da in den statistischen Daten für diese Schulart keine Differenzierung zwischen Primarbereich und Sekundarstufe vorgenommen wird. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden Freie Waldorfschulen.

50 Prozent in Thüringen und deutlich über 90 Prozent in Hamburg, in Hessen, im Saarland und in Sachsen. Im Vergleich zum Schuljahr 2011/2012 ist der Anteil der Ganztagschulen in der Sekundarstufe I in Deutschland insgesamt substantiell gestiegen (+9 Prozentpunkte). Dies gilt auch für viele Länder.

Wird nach der Form der Ganztagschule differenziert, so zeigt sich gemäß Tabelle 4.5, dass in Deutschland insgesamt im Schuljahr 2017/2018 knapp 37 Prozent der allgemeinen Schulen – und somit etwas mehr als die Hälfte der Ganztagschulen in der Sekundarstufe I – ein Ganztagsangebot in offener (freiwilliger) Form bereitstellen. Knapp 19 Prozent beziehungsweise fast 16 Prozent der allgemeinen Schulen weisen einen Ganztagsbetrieb in voll oder teilweise gebundener Form auf und verpflichten somit alle oder einen Teil der Schülerinnen und Schüler zur Teilnahme am Ganztagsbetrieb. Wiederum sind jedoch deutliche Unterschiede zwischen den Ländern zu verzeichnen. Während in einzelnen Ländern weniger als 10 Prozent der allgemeinen Schulen in der Sekundarstufe I einen Ganztagsbetrieb in voll oder teilweise gebundener Form aufweisen, gilt dies in anderen Ländern für mehr als 50 Prozent der allgemeinen Schulen. Im Vergleich zum Schuljahr 2011/2012 fällt auf, dass der Zuwachs im Anteil der Ganztagschulen in Deutschland insgesamt fast vollständig auf Ganztagschulen in voll oder teilweise gebundener Form zurückzuführen ist.

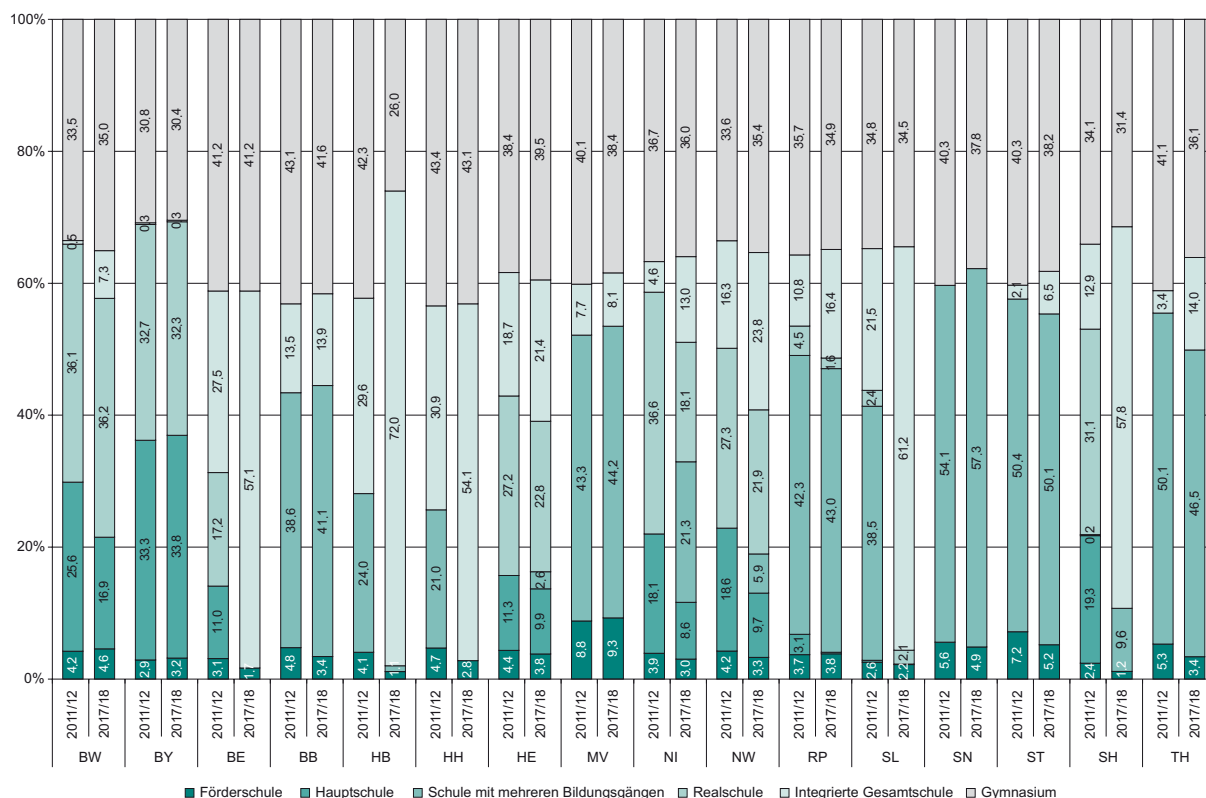
4.2.4 Schularten

Ein wesentliches Merkmal der Schulsysteme der Länder in der Sekundarstufe I ist die Gliederung in verschiedene Schularten, die für die Schülerinnen und Schüler differenzielle Entwicklungsmilieus darstellen können (vgl. etwa Baumert, Stanat & Watermann, 2006). Dabei hat sich aus der Struktur des traditionellen dreigliedrigen Schulsystems bestehend aus Hauptschulen, Realschulen und Gymnasien inzwischen eine heterogene Bildungslandschaft entwickelt, die durch unterschiedliche Schulstrukturen in den einzelnen Ländern gekennzeichnet ist. Im Folgenden werden die aktuellen Strukturen des weiterführenden Schulsystems in den verschiedenen Ländern im Überblick dargestellt und es wird für die Schuljahre 2011/2012 und 2017/2018 beschrieben, wie sich die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in den Ländern auf die Schularten verteilen (vgl. Abb. 4.1).¹² Die nichtgymnasialen Schularten werden in den einzelnen Ländern teilweise unterschiedlich bezeichnet. In Anlehnung an die amtliche Schulstatistik wird daher in Abbildung 4.1 länderübergreifend zwischen Hauptschulen, Realschulen, Schulen mit mehreren Bildungsgängen, Integrierten Gesamtschulen und Förderschulen unterschieden und auf länderspezifische Bezeichnungen nur im Text eingegangen. Da Informationen zur Beschulung von Jugendlichen mit SPF bereits in Abschnitt 4.2.1 dargestellt wurden, wird auf die Förderschulen an dieser Stelle nicht erneut eingegangen.

Wie Abbildung 4.1 zeigt, besuchen im Schuljahr 2017/2018 zwischen rund 26 Prozent (Bremen) und gut 43 Prozent (Hamburg) der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler ein Gymnasium. Dabei haben sich die Gymnasialbesuchsquoten seit dem Schuljahr 2011/2012 insgesamt nur wenig verändert. Eine größere Veränderung ist jedoch in Bremen zu beobachten, wo der Anteil an Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern, die ein Gymnasium besuchen, im betrachte-

12 Auf Veränderungen in den Anteilen von Schülerinnen und Schülern, die in den genannten Schuljahren eine bestimmte Schulart besuchen, wird im Text in der Regel nur dann eingegangen, wenn der Unterschied 5 Prozentpunkte oder mehr beträgt.

Abbildung 4.1: Verteilung der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in den Schuljahren 2011/2012 und 2017/2018 auf die Schularten in den Ländern



Anmerkungen. Freie Waldorfschulen wurden nicht berücksichtigt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die Beschriftungen einiger Datenpunkte entfernt. Für das Schuljahr 2011/2012 betrifft dies den Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler an Hauptschulen im Saarland (0,3 %) und für das Schuljahr 2017/2018 den Anteil an Hauptschulen in Rheinland-Pfalz (0,2 %) sowie an Schulen mit mehreren Bildungsgängen in Bremen (0,9 %) und im Saarland (0,1 %).

BW = Baden-Württemberg; BY = Bayern; BE = Berlin; BB = Brandenburg; HB = Bremen; HH = Hamburg; HE = Hessen; MV = Mecklenburg-Vorpommern; NW = Nordrhein-Westfalen; RP = Rheinland-Pfalz; SL = Saarland; SN = Sachsen; ST = Sachsen-Anhalt; SH = Schleswig-Holstein; TH = Thüringen.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Tabelle 3.4 aus der Fachserie 11, Reihe 1 des Statistischen Bundesamtes (2012, 2018).

ten Zeitraum von sechs Jahren um rund 16 Prozentpunkte gesunken ist. Diese Entwicklung ist auf eine Schulreform im Land Bremen zurückzuführen, die zum Schuljahr 2009/2010 in Kraft getreten ist. Im Rahmen dieser Reform wurden unter anderem Schulstandorte, an denen die Schülerinnen und Schüler in *Schulzentren* nach dem Modell der Kooperativen Gesamtschule in verschiedenen Bildungsgängen getrennt unterrichtet wurden, sukzessive zu *Oberschulen*, einer neuen Form der Integrierten Gesamtschule, umgewandelt. Während die Gymnasialquote in Bremen für das Schuljahr 2011/2012 auch Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, die den Gymnasialzweig an einem dieser ehemaligen Schulzentren besuchten, bezieht die Quote für das Schuljahr 2017/2018 nur noch Schülerinnen und Schüler an eigenständigen Gymnasialstandorten ein. Abgesehen von dieser deutlichen Veränderung der Gymnasialquote in Bremen ist nur für Thüringen eine substanzielle Veränderung im Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die ein Gymnasium besuchen, zu verzeichnen (–5 Prozentpunkte).

Für die Schüleranteile an den nichtgymnasialen Schularten sind zum einen große Unterschiede zwischen den Ländern zu beobachten und zum anderen zeigen sich für einige Länder substanzielle Veränderungen im Zeitverlauf. Im Folgenden wird vor allem auf schulstrukturelle Veränderungen zwischen den Erhebungszeitpunkten eingegangen.

Bayern ist das einzige Land, das im Wesentlichen am traditionellen dreigliedrigen Schulsystem in der Sekundarstufe I festgehalten hat. Die Anteile an Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern an den nichtgymnasialen Schularten ha-

ben sich zwischen den Schuljahren 2011/2012 und 2017/2018 kaum verändert. Jeweils etwa ein Drittel der Schülerinnen und Schüler besucht eine Hauptschule, in Bayern *Mittelschule* genannt, oder eine Realschule.

In Baden-Württemberg wurde das dreigliedrige Schulsystem ab dem Schuljahr 2012/2013 um Integrierte Gesamtschulen erweitert. Im Schuljahr 2017/2018 besuchen etwa 7 Prozent der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler diese sogenannten *Gemeinschaftsschulen*. Der Anteil der Schülerinnen und Schüler an Hauptschulen und *Werkrealschulen*, die in der amtlichen Statistik zusammen als Hauptschulen erfasst werden, hat im Zuge dessen deutlich abgenommen (–9 Prozentpunkte).

Hessen, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen hatten bis zum Schuljahr 2011/2012 noch erweitert dreigliedrige Schulsysteme. In allen drei Ländern wurden seitdem Schulen mit mehreren Bildungsgängen eingerichtet, die in Hessen als *Mittelstufenschulen*, in Niedersachsen als *Oberschulen* und in Nordrhein-Westfalen als *Sekundarschulen* bezeichnet werden. Zusätzlich wurde das Angebot an Integrierten Gesamtschulen ausgebaut. Während es in Hessen durch diese schulstrukturellen Änderungen im betrachteten Zeitraum noch nicht zu substantiellen Verschiebungen in der Verteilung der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler auf die Schularten kam, sind in Niedersachsen deutliche Veränderungen in den Schulbesuchsquoten zu beobachten. Im Schuljahr 2017/2018 besucht hier insgesamt rund ein Drittel der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler eine Schule mit mehreren Bildungsgängen oder eine Integrierte Gesamtschule (+21 Prozentpunkte bzw. +8 Prozentpunkte), während die Anteile an Haupt- und Realschulen entsprechend zurückgegangen sind (–10 Prozentpunkte bzw. –19 Prozentpunkte). Auch in Nordrhein-Westfalen sind substantielle Veränderungen in den Schulbesuchsquoten für alle nichtgymnasialen Schularten zu verzeichnen (–9 Prozentpunkte an Hauptschulen, –5 Prozentpunkte an Realschulen, +6 Prozentpunkte an Schulen mit mehreren Bildungsgängen und +8 Prozentpunkte an Integrierten Gesamtschulen).

Sachsen ist das einzige Land mit einem zweigliedrigen Schulsystem, das neben Gymnasien und Förderschulen ausschließlich Schulen mit mehreren Bildungsgängen (sog. *Oberschulen*) umfasst. Zwischen den Schuljahren 2011/2012 und 2017/2018 ergaben sich hier keine substantiellen Veränderungen in der Verteilung der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler auf die Schularten.

In Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen umfassen die Schulsysteme in der Sekundarstufe I ebenfalls Gymnasien und Schulen mit mehreren Bildungsgängen. Zusätzlich bieten sie die Möglichkeit, eine Integrierte Gesamtschule zu besuchen. Schulen mit mehreren Bildungsgängen werden in Brandenburg als *Oberschule*, in Mecklenburg-Vorpommern als *Regionale Schule*, in Sachsen-Anhalt als *Sekundarschule* und in Thüringen als *Regelschule* bezeichnet. In Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern sind die Schüleranteile an allen Schularten zwischen den Schuljahren 2011/2012 und 2017/2018 annähernd stabil geblieben. In Sachsen-Anhalt und Thüringen wurden ab den Schuljahren 2013/2014 beziehungsweise 2011/2012 mit sogenannten *Gemeinschaftsschulen* neue Formen der Integrierten Gesamtschule eingeführt und das Angebot an Integrierten Gesamtschulen im Zuge dessen ausgebaut. Während dies in Sachsen-Anhalt für die 9. Jahrgangsstufe im Jahr 2018 noch keine substantiellen Folgen für die Verteilung auf die Schularten hatte, nahm in Thüringen der Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die eine Integrierte Gesamtschule besuchen, deutlich zu (+11 Prozentpunkte).

In Rheinland-Pfalz wurden ab dem Schuljahr 2009/2010 Haupt- und Realschulen durch die sogenannte *Realschule plus*, eine Schulart mit mehreren Bildungsgängen, ersetzt. Bereits im Schuljahr 2011/2012 besuchten infolgedessen weniger als 8 Prozent der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler eine Haupt- oder Realschule. Weiter ausgebaut wurde zwischen den Schuljahren 2011/2012 und 2017/2018 hingegen das Angebot an Integrierten Gesamtschulen, sodass der Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler an dieser Schulart um 6 Prozentpunkte zugenommen hat.

In den Ländern Berlin, Bremen und Hamburg sowie im Saarland und in Schleswig-Holstein sind innerhalb der letzten zehn Jahre zweigliedrige Schulsysteme entstanden, in denen es neben dem Gymnasium und den Förderschulen als weiterführende Schulart nur noch eine Form der Integrierten Gesamtschule gibt. Da die Integrierten Gesamtschulen ebenso wie das Gymnasium den Erwerb aller Abschlüsse der allgemeinen Schulen bis hin zur Allgemeinen Hochschulreife ermöglichen, werden diese Schulsysteme auch als „Zwei-Säulen-Modelle“ bezeichnet. Die Integrierten Gesamtschulen heißen in Berlin *Integrierte Sekundarschulen*, in Bremen *Oberschulen*, in Hamburg *Stadtteilschulen* und im Saarland sowie in Schleswig-Holstein *Gemeinschaftsschulen*.

In Bremen, in Hamburg und im Saarland wurden im Zuge der Schulstruktur-reformen Schulen mit mehreren Bildungsgängen in Integrierte Gesamtschulen umgewandelt. Diese Umwandlung begann in Bremen zum Schuljahr 2009/2010 und in Hamburg zum Schuljahr 2010/2011, sodass die Kohorte der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Schuljahr 2011/2012 bereits teilweise davon betroffen war. Im Schuljahr 2017/2018 besuchen in Bremen 72 Prozent und in Hamburg 54 Prozent der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler eine Integrierte Gesamtschule; gegenüber dem Schuljahr 2011/2012 entspricht dies einem Zuwachs von gut 42 beziehungsweise rund 23 Prozentpunkten. Schulen mit mehreren Bildungsgängen finden sich in diesen Ländern im Schuljahr 2017/2018 mit einer Ausnahme im Land Bremen keine mehr.

Im Saarland begann die Umstellung mit dem Schuljahr 2013/2014 und schlägt sich daher erst in den Schulbesuchsquoten der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Schuljahr 2017/2018 nieder. In diesem Schuljahr besuchen etwa 61 Prozent der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler eine Integrierte Gesamtschule, was gegenüber dem Schuljahr 2011/2012 eine Zunahme von fast 40 Prozentpunkten darstellt. Auch im Saarland sind die Schulen mit mehreren Bildungsgängen bis zum Schuljahr 2017/2018 nahezu vollständig ausgelaufen.

In Berlin wurde das Schulsystem beginnend mit dem Schuljahr 2010/2011 durch Umwandlung von Haupt- und Realschulen in Integrierte Gesamtschulen in ein Zwei-Säulen-Modell überführt. Auch hier war die Kohorte der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Schuljahr 2011/2012 bereits teilweise von der Reform betroffen. Im Schuljahr 2017/2018 besuchen in Berlin rund 57 Prozent der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler eine Integrierte Gesamtschule (+30 Prozentpunkte); die ehemaligen Haupt- und Realschulen sind hingegen vollständig ausgelaufen.

In Schleswig-Holstein schließlich wurde das Schulsystem schrittweise in ein Zwei-Säulen-Modell überführt. Haupt- und Realschulen wurden zum Schuljahr 2010/2011 zunächst zu Schulen mit mehreren Bildungsgängen, sogenannten *Regionalschulen*, zusammengelegt, die anschließend mit Beginn des Schuljahres 2014/2015 in Integrierte Gesamtschulen umgewandelt wurden. Während die Schulen mit mehreren Bildungsgängen im Schuljahr 2011/2012 bis auf wenige Ausnahmen noch keine 9. Jahrgangsstufe führten, besuchen im Schuljahr

Tabelle 4.6: Schulabgängerinnen und Schulabgänger bzw. Absolventinnen und Absolventen nach Abschlussart in den Jahren 2012 und 2017 in den Ländern

Land	Abschlussjahr 2012				Abschlussjahr 2017			
	ohne HSA	HSA	MSA ¹	AHR	ohne HSA	HSA	MSA ¹	AHR
Baden-Württemberg ²	3.6	17.1	36.5	42.8	5.7	16.0	48.3	29.9
Bayern	3.9	24.9	44.4	26.8	4.5	20.1	46.6	28.8
Berlin ²	6.5	15.8	27.2	50.5	8.9	12.6	30.6	47.9
Brandenburg ²	6.3	12.0	32.9	48.8	6.2	12.8	37.5	43.5
Bremen ²	5.1	18.1	30.8	46.1	8.6	19.2	35.3	36.8
Hamburg	7.1	16.6	24.0	52.3	5.5	18.2	23.1	53.2
Hessen	4.5	18.2	43.6	33.6	4.3	17.5	44.5	33.7
Mecklenburg-Vorpommern	10.9	11.8	44.7	32.7	7.8	13.6	42.6	36.0
Niedersachsen	4.9	15.0	49.8	30.4	5.1	14.4	48.0	32.4
Nordrhein-Westfalen	4.5	16.5	41.8	37.3	4.8	15.0	41.1	39.1
Rheinland-Pfalz	4.6	19.5	44.1	31.8	6.0	19.2	38.5	36.4
Saarland	4.5	27.6	35.8	32.1	6.7	26.5	33.0	33.8
Sachsen	8.9	10.5	51.8	28.8	7.3	8.6	50.7	33.4
Sachsen-Anhalt	10.1	12.4	48.9	28.5	9.0	9.4	51.3	30.3
Schleswig-Holstein	6.6	24.1	39.4	29.9	6.8	17.3	38.7	37.2
Thüringen	5.7	14.1	46.8	33.4	7.6	14.7	44.4	33.3
Deutschland	4.8	18.0	41.6	35.5	5.5	16.1	43.4	34.9

Anmerkungen. Freie Waldorfschulen, Abschlüsse im Förderschwerpunkt „Geistige Entwicklung“, Abendschulen (z. B. Abendgymnasium), Kollegs und Externe (Schulfremdenprüfungen) wurden nicht berücksichtigt, sofern sie in der amtlichen Schulstatistik separat ausgewiesen sind. Die Spalten „ohne HSA“ beziehen sich auf Abgängerinnen und Abgänger ohne Schulabschluss sowie auf Absolventinnen und Absolventen, die einen Förderschulabschluss erworben haben. Ohne HSA = ohne Hauptschulabschluss; HSA = Hauptschulabschluss; MSA = Mittlerer Schulabschluss; AHR = Allgemeine Hochschulreife.

¹ Einschließlich Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe, die die Schule ohne Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife verlassen und denen der schulische Teil der Fachhochschulreife zuerkannt wurde.

² Doppelter Abiturjahrgang im Abschlussjahr 2012.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Tabelle 6.2 aus der Fachserie 11, Reihe 1 des Statistischen Bundesamtes (2013, 2018).

2017/2018 in Schleswig-Holstein noch fast 10 Prozent der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler eine solche Schule. Der Anteil der Jugendlichen der 9. Jahrgangsstufe an Integrierten Gesamtschulen liegt im Schuljahr 2017/2018 bei nahezu 58 Prozent (+45 Prozentpunkte); Haupt- und Realschulen bestehen nicht mehr.

4.2.5 Schulabschlüsse

Für die Berichtlegung zum Erreichen der abschlussbezogenen Bildungsstandards in der Sekundarstufe I ist bedeutsam, welcher Anteil der Schülerinnen und Schüler in den Ländern die verschiedenen Abschlüsse der allgemeinbildenden Schulen erreicht und inwieweit sich die Anteile zwischen den Erhebungszeitpunkten verändert haben. Angaben zu den erreichten Abschlüssen in den Jahren 2012 und 2017 können Tabelle 4.6 entnommen werden.¹³

¹³ Zum Zeitpunkt der Berichtlegung waren die entsprechenden Informationen zum Abschlussjahr 2018 in der Fachserie 11 des Statistischen Bundesamtes noch nicht verfügbar, daher beziehen sich die Angaben auf das Jahr 2017. Auf Veränderungen in den Anteilen von Schülerinnen und Schülern, die einen bestimmten Schulabschluss erreicht haben oder ohne HSA von der Schule abgegangen sind, wird im Text in der Regel nur eingegangen, wenn der Unterschied 5 Prozentpunkte oder mehr beträgt.

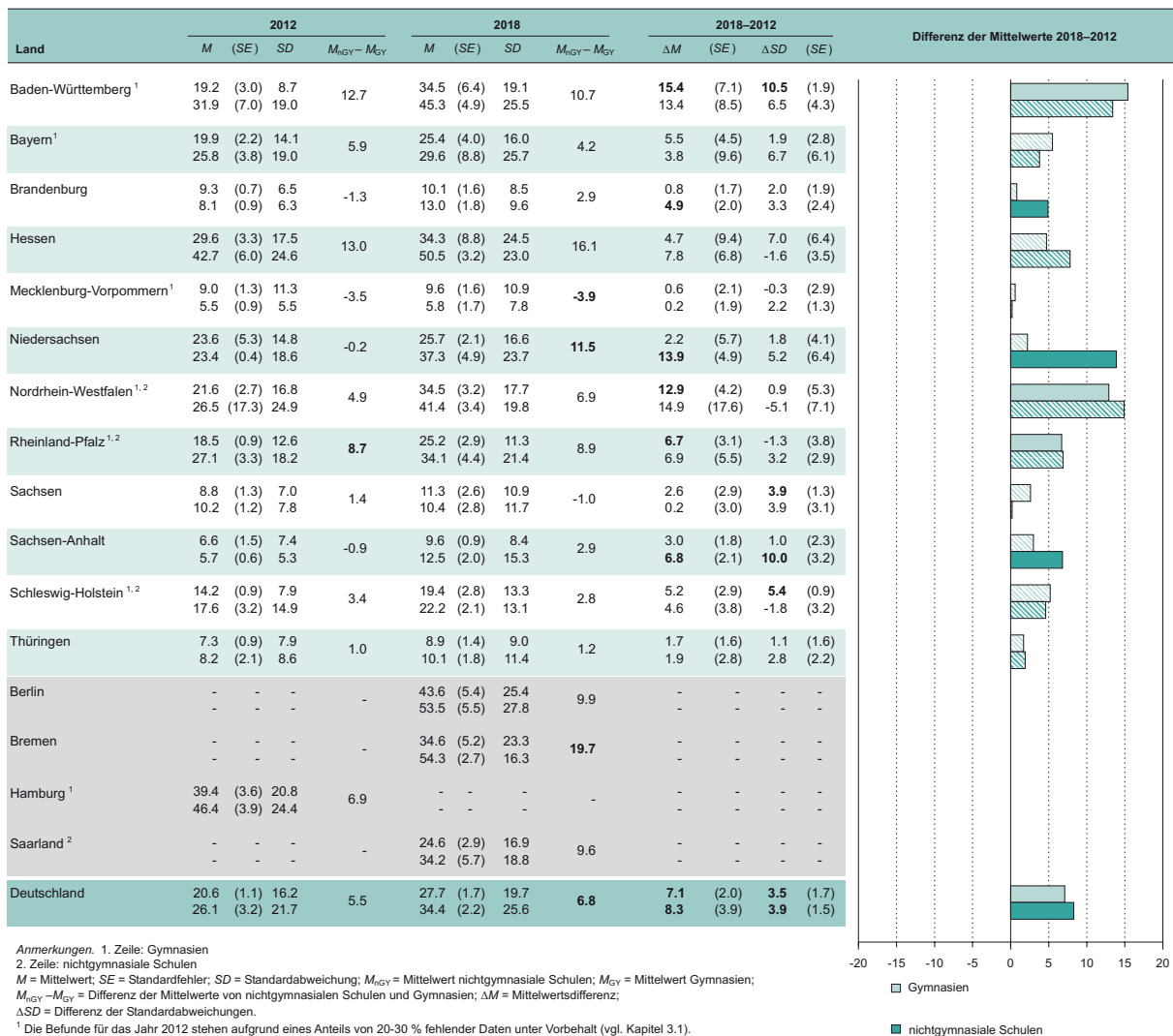
In Deutschland insgesamt zeigen sich im Vergleich der beiden Erhebungsjahre keine substanziellen Veränderungen im Anteil der Schülerinnen und Schüler, die ohne einen Hauptschulabschluss (HSA), mit einem HSA, mit einem Mittleren Schulabschluss (MSA) oder mit der Allgemeinen Hochschulreife (AHR) von der Schule abgehen. Dies gilt auch für die Mehrzahl der Länder. Ausnahmen bilden zum einen Baden-Württemberg, Brandenburg und Bremen: Hier sind im Jahr 2017 deutlich geringere Anteile an Absolventen mit AHR (–13 Prozentpunkte, –5 Prozentpunkte bzw. –9 Prozentpunkte) zu verzeichnen und höhere Anteile an Absolventen, die die allgemeinbildende Schule mit einem MSA verlassen (+12 Prozentpunkte bzw. jeweils +5 Prozentpunkte). Diese Verschiebungen hängen jedoch mit doppelten Abiturjahrgängen in diesen drei Ländern im Abschlussjahr 2012 zusammen, die durch die Umstellung von neun Gymnasialjahren (G9) auf acht Gymnasialjahre (G8) bedingt sind. Eine weitere Ausnahme bildet Rheinland-Pfalz; hier ist eine Verschiebung vom MSA (–6 Prozentpunkte) zur AHR zu beobachten (+5 Prozentpunkte). Auch in Schleswig-Holstein liegt der Anteil der Absolventinnen und Absolventen mit AHR im Jahr 2017 substanziell höher als im Jahr 2012 (+7 Prozentpunkte), zugleich fällt der Anteil der Jugendlichen, die mit einem HSA die Schule verlassen, im Jahr 2017 niedriger aus (–7 Prozentpunkte).

4.3 Komposition der Schülerschaft

Die schulstrukturellen Rahmenbedingungen in den Ländern haben Folgen für die Verteilung von Schülerinnen und Schülern auf die Schulen und damit auf die Zusammensetzung ihrer Schülerschaft. Vorliegende Studien zeigen, dass sich die Zusammensetzung der Schülerschaft zwischen Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen nicht nur im Hinblick auf das Kompetenzniveau, sondern auch in Bezug auf familiäre Herkunftsmerkmale erheblich unterscheidet (vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2018; Baumert et al., 2006). Ferner weist der Forschungsstand darauf hin, dass die zuwanderungsbezogene, vor allem aber die soziale Zusammensetzung der Schülerschaft Lehr- und Lernprozesse beeinflussen kann, und zwar über die Effekte der leistungsbezogenen Komposition hinaus (vgl. Dumont, Neumann, Maaz & Trautwein, 2013). Die Schul- beziehungsweise Klassenkomposition an Gymnasien und an nichtgymnasialen Schulen wird daher als bedeutsames Kontextmerkmal angesehen, das für die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler relevant ist. Daher wird mit Schulstrukturreformen teilweise auch das Ziel verfolgt, eine stärkere Durchmischung in den Schulen zu erreichen (Neumann, Maaz & Becker, 2013; Neumann, Becker, Baumert, Maaz & Köller, 2017; siehe auch Lenz, Holtmann, Rjosk & Stanat, im Druck). Dies wirft die Frage auf, inwieweit sich die Zusammensetzung der Schülerschaft zwischen den Schulen der verschiedenen Schularten unterscheidet und inwieweit sich die Unterschiede zwischen den Schulen im Vergleich der Erhebungsjahre 2012 und 2018 verändert haben – ob sich also etwa die Durchmischung erhöht oder verringert hat.

Im Folgenden wird die Komposition der Schülerschaft anhand des Anteils an Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern mit Zuwanderungshintergrund¹⁴ und

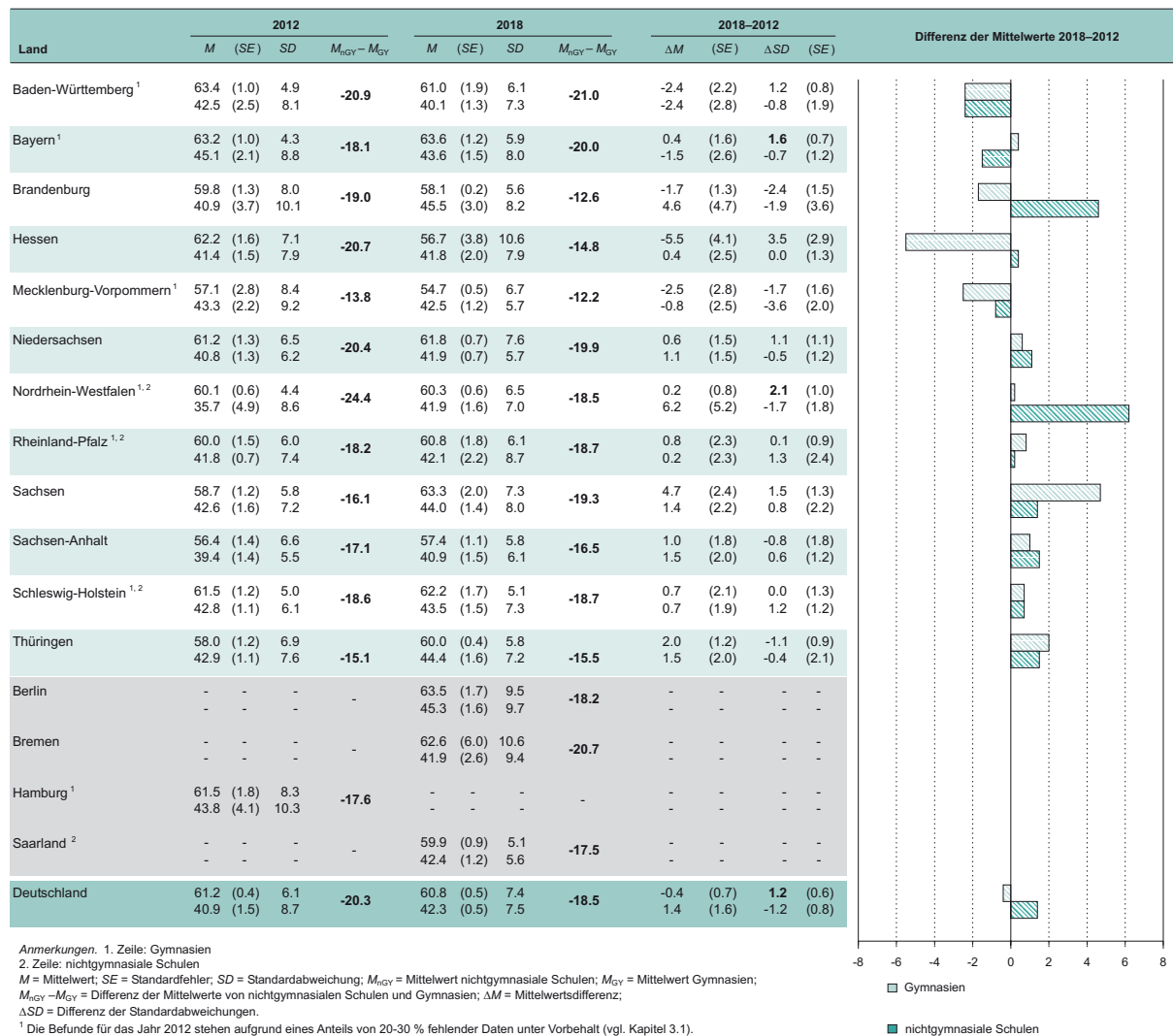
14 Als Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungshintergrund werden Jugendliche mit mindestens einem im Ausland geborenen Elternteil definiert. Die Bildung dieses Indikators wird in Kapitel 9 genauer beschrieben. In den folgenden Analysen wurden nur Schulen berücksichtigt, in denen für mindestens 50 Prozent der in die jeweilige Erhebung ein-

Abbildung 4.2: Anteil an Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern mit Zuwanderungshintergrund an Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen in den Jahren 2012 und 2018

anhand des mittleren sozioökonomischen Status¹⁵ der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler auf Schulebene beschrieben. Im Gegensatz zu den in Kapitel 8 und Kapitel 9 berichteten Analysen zu sozialen und zugewanderungsbezogenen Disparitäten, die sich auf die Zusammensetzung der Schülerschaft innerhalb der Länder insgesamt beziehen, liegt hier also der Fokus auf der Zusammensetzung der Schülerschaft innerhalb von Schulen und auf Unterschieden zwischen den Schulen, wobei zwischen Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen unterschieden wird. Die Analysen basieren auf den Daten des IQB-Ländervergleichs 2012 und des IQB-Bildungstrends 2018. Aufgrund eines hohen Anteils fehlender Daten

bezogenen Schülerinnen und Schüler Angaben zum Zuwanderungshintergrund vorliegen. Dadurch reduziert sich die Anzahl der einbezogenen Schulen in Ländern mit einem hohen Anteil fehlender Werte (vgl. Kapitel 3.1), sodass die statistischen Kennwerte mit größerer Unsicherheit behaftet sind (vgl. Kapitel 3.2).

- 15 Als Indikator für den sozioökonomischen Status der Elternhäuser der Jugendlichen wurde der *Highest International Socio-Economic Index of Occupational Status* (HISEI) analysiert. Höhere HISEI-Werte kennzeichnen einen höheren sozioökonomischen Status. Eine Erläuterung des Indexes findet sich in Kapitel 8.

Abbildung 4.3: Mittlerer sozioökonomischer Status an Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen in den Jahren 2012 und 2018

zum sozioökonomischen Hintergrund sowie zum Zuwanderungshintergrund (siehe Kapitel 3.1) können für Hamburg weder für das Jahr 2018 noch für den Trend Ergebnisse berichtet werden. Auch für die Länder Berlin und Bremen sowie für das Saarland können keine Trends berichtet werden. Weiterhin stehen die Ergebnisse der Länder Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, des Saarlands und von Schleswig-Holstein für das Jahr 2018 unter Vorbehalt sowie die Ergebnisse der Trends für die Länder Baden-Württemberg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein.

Die Abbildungen 4.2 und 4.3 zeigen für jedes Land¹⁶ und für Deutschland insgesamt die Mittelwerte (M), Standardfehler (SE) und Standardabweichungen (SD) des Anteils an Schülerinnen und Schülern aus zugewanderten Familien be-

16 Bei der Interpretation der Ergebnisse für die einzelnen Länder ist unter anderem zu beachten, dass die Kategorie der nichtgymnasialen Schulen je nach Land unterschiedlich viele Schularten umfasst. In einigen Ländern sind also die Unterschiede zwischen den nichtgymnasialen Schulen auch durch eine Aufteilung auf unterschiedliche Schularten mitbedingt, während dies in Ländern mit einem „Zwei-Säulen-Modell“ (siehe oben) – abgesehen von den Förderschulen – nicht der Fall ist.

ziehungsweise des mittleren sozioökonomischen Status der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien (erste Zeile) und an nichtgymnasialen Schulen (zweite Zeile). Die Mittelwerte bilden ab, wie hoch der Anteil der Jugendlichen aus zugewanderten Familien und der mittlere sozioökonomische Status der Jugendlichen an Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen im Durchschnitt ist. Die Standardabweichung ist als Maß für die Unterschiedlichkeit der einzelnen Schulen innerhalb eines Landes zu interpretieren. Der Unterschied in den Mittelwerten zwischen Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen für die Erhebungsjahre 2012 und 2018 ist in der Spalte $M_{nGY} - M_{GY}$ angegeben. Die letzten vier Spalten des Tabellenteils in den Abbildungen beziehen sich auf die Veränderungen der Zusammensetzung der Schülerschaft an Gymnasien und an nichtgymnasialen Schulen im Untersuchungszeitraum. Sie enthalten die zwischen den Jahren 2012 und 2018 aufgetretenen Veränderungen in den Mittelwerten (ΔM) und in der Unterschiedlichkeit zwischen den einzelnen Gymnasien beziehungsweise nichtgymnasialen Schulen (ΔSD) sowie die Standardfehler (SE) dieser Differenzen. Die Differenzen der Mittelwerte sind zusätzlich in einem Balkendiagramm visualisiert. Nach rechts weisende Balken zeigen an, dass der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund beziehungsweise der mittlere sozioökonomische Status an den Schulen zwischen den Jahren 2012 und 2018 angestiegen ist, bei nach links weisenden Balken sind die Werte hingegen geringer geworden. Interpretiert werden sollten die Veränderungen jedoch nur, wenn sie statistisch signifikant sind, was durch ausgefüllte Balken beziehungsweise Fettdruck gekennzeichnet ist.

Im Jahr 2012 lag der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund an Gymnasien in Deutschland insgesamt im Durchschnitt bei fast 21 Prozent; im Jahr 2018 fällt der Anteil mit knapp 28 Prozent signifikant höher aus. Gleichzeitig vergrößerten sich die Unterschiede zwischen den Gymnasien im Anteil der Schülerinnen und Schüler aus zugewanderten Familien zwischen den Jahren 2012 und 2018 in Deutschland signifikant (vgl. Spalte ΔSD). Die Gymnasien unterscheiden sich bundesweit also zunehmend in der zuwanderungsbezogenen Zusammensetzung ihrer Schülerschaft. Auch innerhalb einiger Länder fällt der mittlere Anteil an Jugendlichen aus zugewanderten Familien an Gymnasien im Jahr 2018 höher aus als im Jahr 2012, nämlich in den Ländern Baden-Württemberg (+15 Prozentpunkte), Nordrhein-Westfalen (+13 Prozentpunkte) und Rheinland-Pfalz (+7 Prozentpunkte). Dabei ist zu beachten, dass der Anteil in einigen Ländern zu beiden Erhebungszeitpunkten sehr klein ist. In Baden-Württemberg, Sachsen und Schleswig-Holstein haben zudem die Unterschiede in der zuwanderungsbezogenen Zusammensetzung der Schülerschaft zwischen den Gymnasien signifikant zugenommen.

An nichtgymnasialen Schulen lag der Anteil an Schülerinnen und Schülern aus zugewanderten Familien im Jahr 2012 im Durchschnitt bei gut 26 Prozent deutschlandweit und ist auf gut 34 Prozent im Jahr 2018 signifikant angestiegen. Ebenso vergrößerte sich die Unterschiedlichkeit der nichtgymnasialen Schulen in der zuwanderungsbezogenen Zusammensetzung der Schülerschaft im Untersuchungszeitraum signifikant. Innerhalb der Länder ist ein signifikanter Anstieg des durchschnittlichen Anteils an Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund an nichtgymnasialen Schulen in Brandenburg (+5 Prozentpunkte), Niedersachsen (+14 Prozentpunkte) und Sachsen-Anhalt (+7 Prozentpunkte) zu verzeichnen, wobei der Anteil in einigen Ländern wiederum sehr gering bleibt. Die Unterschiedlichkeit zwischen den nichtgymnasialen Schulen in diesem Anteil hat sich jedoch nur in Sachsen-Anhalt signifikant vergrößert.

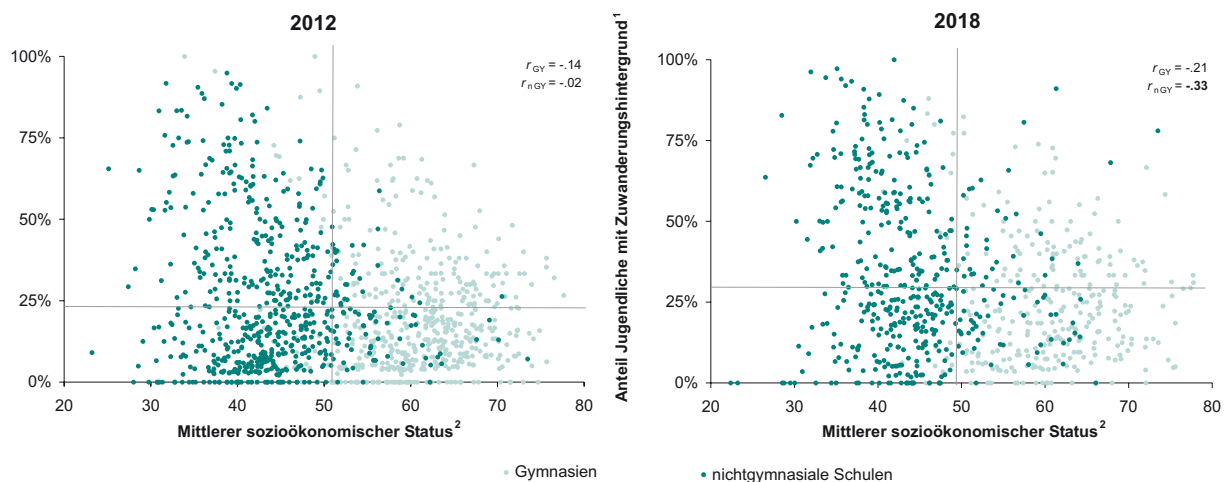
Im Vergleich der Schularten zeigt sich für Deutschland insgesamt, dass im Jahr 2018 der durchschnittliche Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler mit Zuwanderungshintergrund an nichtgymnasialen Schulen mit 34 Prozent signifikant höher ist als an Gymnasien mit 28 Prozent. In der Tendenz zeigt sich dieses Muster auch in den meisten Ländern, die Differenzen sind jedoch nur in wenigen Fällen statistisch signifikant. Zudem hat sich der Unterschied zwischen Gymnasien und nichtgymnasialen Schularten in der zugewanderungsbezogenen Zusammensetzung der Schülerschaft im Untersuchungszeitraum nicht signifikant verändert.

Während der durchschnittliche Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund sowohl an Gymnasien als auch an nichtgymnasialen Schulen zwischen den Jahren 2012 und 2018 gestiegen ist, blieb der mittlere sozioökonomische Status (HISEI) auf Schulebene allgemein stabil. Weder in Deutschland insgesamt noch innerhalb der Länder hat sich die durchschnittliche soziale Zusammensetzung der Schülerschaft an Gymnasien und an nichtgymnasialen Schularten im Untersuchungszeitraum signifikant verändert. Zwischen den Gymnasien haben sich die Unterschiede im mittleren HISEI in Deutschland insgesamt sowie in Bayern und Nordrhein-Westfalen leicht vergrößert. Die Unterschiede zwischen den nichtgymnasialen Schulen im mittleren HISEI sind hingegen durchweg konstant geblieben.

Der durchschnittliche sozioökonomische Status der Schülerinnen und Schüler fällt zu beiden Erhebungszeitpunkten an Gymnasien deutlich höher aus als an nichtgymnasialen Schulen. Dieser Unterschied ist sowohl in Deutschland insgesamt als auch in allen Ländern statistisch signifikant. Eine signifikante Veränderung des Unterschieds im mittleren HISEI zwischen Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen ist nicht zu verzeichnen.

Um einen genaueren Eindruck von der Zusammensetzung der Schülerschaft an Gymnasien und an nichtgymnasialen Schulen zu vermitteln, stellt Abbildung 4.4 den Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Anteil an Schülerinnen

Abbildung 4.4: Anteil an Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern mit Zuwanderungshintergrund und mittlerer sozioökonomischer Status an Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen in den Jahren 2012 und 2018 in Deutschland insgesamt



Anmerkungen. Die grau eingezeichneten Linien kennzeichnen die Mittelwerte für die betrachteten Merkmale auf Schulebene in Deutschland insgesamt.

r_{GY} = Korrelationskoeffizient für Gymnasien; r_{nGY} = Korrelationskoeffizient für nichtgymnasiale Schulen.

¹ Prozentualer Anteil der Schülerinnen und Schüler mit mindestens einem im Ausland geborenen Elternteil. Angaben beruhen nur auf Schülerinnen und Schülern, die eindeutig zuzuordnen sind (vgl. Kapitel 9).

² Durchschnittlicher HISEI-Wert (vgl. Kapitel 8).

Fett gedruckte Werte sind statistisch signifikant ($p < .05$).

und Schülern aus zugewanderten Familien und dem mittleren sozioökonomischen Status auf Schulebene für Deutschland insgesamt dar. Für die einzelnen Länder werden die entsprechenden Abbildungen auf der Homepage des IQB zur Verfügung gestellt (Abb. 4.1web bis 4.16web). Neben den Werten der einzelnen Schulen sind in den Diagrammen die Mittelwerte für die betrachteten Merkmale auf Schulebene in Deutschland insgesamt dargestellt. Die horizontale graue Linie entspricht dabei dem mittleren Anteil an Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund im jeweiligen Jahr, die vertikale graue Linie kennzeichnet den mittleren sozioökonomischen Status. Im linken oberen Bereich der Diagramme finden sich Schulen, die einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Schülerinnen und Schülern mit einem Zuwanderungshintergrund haben und aus Familien mit einem geringen sozioökonomischen Status stammen. Punkte im rechten unteren Bereich der Diagramme stellen hingegen Schulen dar, die durch einen eher hohen sozioökonomischen Status der Schülerschaft und einen unterdurchschnittlichen Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund gekennzeichnet sind. Zusätzlich sind die Korrelationen beider Merkmale für die zwei Erhebungsjahre jeweils getrennt für Gymnasien und für nichtgymnasiale Schulen angegeben. Bei der Interpretation der Werte auf Länderebene in den Abbildungen 4.1web bis 4.16web ist jedoch zu beachten, dass die Anzahl der einbezogenen Schulen in einigen Ländern relativ gering ist und die Korrelationskoeffizienten dadurch mit größerer Unsicherheit behaftet sind (vgl. Kapitel 3.2).

Der Zusammenhang zwischen dem Anteil von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund und dem mittleren HISEI auf Schulebene ist für Gymnasien in Deutschland insgesamt zu keinem der beiden Erhebungszeitpunkte statistisch signifikant. Dies ist im Jahr 2012 auch bei nichtgymnasialen Schulen der Fall. Im Jahr 2018 hingegen geht ein höherer Anteil von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund an nichtgymnasialen Schulen mit einem im Mittel geringeren sozioökonomischen Status einher ($r = .33$). Auf Länderebene unterscheiden sich die Korrelationskoeffizienten deutlich und erreichen nur selten statistische Signifikanz (vgl. Abb. 4.1web bis 4.16web).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die durchschnittlichen Anteile der Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungshintergrund an Gymnasien und an nichtgymnasialen Schulen zwischen den Jahren 2012 und 2018 in ähnlichem Maße zugenommen haben. Ferner unterscheiden sich sowohl Gymnasien als auch nichtgymnasiale Schulen in Deutschland im Jahr 2018 signifikant stärker im Anteil zugewanderter Schülerinnen und Schüler als im Jahr 2012; die Unterschiedlichkeit zwischen den Schulen in der zugewanderungsbezogenen Zusammensetzung der Schülerschaft hat also zugenommen. Dies weist darauf hin, dass sich die zugewanderungsbezogene Durchmischung im Untersuchungszeitraum nicht verstärkt, sondern eher reduziert hat. Der mittlere sozioökonomische Status auf Schulebene ist hingegen insgesamt stabil geblieben.

Während die Unterschiede zwischen Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen im Anteil zugewanderter Jugendlicher nur in einzelnen Ländern statistisch bedeutsam sind, lassen sich für den mittleren sozioökonomischen Status der Schülerschaft deutliche Unterschiede zwischen Gymnasien und nichtgymnasialen Schulen feststellen. Der Zusammenhang dieser beiden Merkmale ist für Deutschland insgesamt an Gymnasien zu keinem der beiden Erhebungszeitpunkte signifikant, was darauf hindeutet, dass die Kopplung zwischen Zuwanderungshintergrund und sozioökonomischem Status auf Schulebene gering

ausgeprägt ist. Für nichtgymnasiale Schulen zeigt sich im Jahr 2018 jedoch ein signifikant negativer Zusammenhang. Dieser weist darauf hin, dass an nichtgymnasialen Schulen, in denen ein hoher Anteil von Schülerinnen und Schülern aus zugewanderten Familien stammt, die Schülerschaft auch einen im Mittel geringeren sozioökonomischen Status aufweist. Die Enge des Zusammenhangs variiert zwischen den Ländern jedoch erheblich (vgl. Abb. 4.1web bis 4.16web).

4.4 Fazit

Die im vorliegenden Kapitel dargestellten Kontextinformationen zu den Schulsystemen der Länder in der Sekundarstufe I verdeutlichen, dass zum Teil erhebliche Unterschiede im Anteil von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf und in deren Verteilung auf allgemeine Schulen einerseits und auf Förderschulen andererseits bestehen. Der Anteil der Jugendlichen, die zieldifferent unterrichtet werden, ist jedoch – bezogen auf die Gesamtpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler – in allen Ländern gering. Länderunterschiede bestehen ferner in der Anzahl der vorgesehenen Unterrichtsstunden im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern, im Ganztagsangebot, im Hinblick auf die Ausgestaltung der weiterführenden Schularten, in den Anteilen der Schülerinnen und Schüler, die die verschiedenen Schulabschlüsse erwerben, sowie in der zuwanderungsbezogenen und sozialen Zusammensetzung der Schülerschaft.

Bei einigen dieser Merkmale sind Veränderungen zwischen dem Schuljahr 2011/2012 und dem Schuljahr 2017/2018 festzustellen. Dies betrifft insbesondere den in Deutschland insgesamt deutlich gestiegenen Anteil an Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern mit sonderpädagogischem Förderbedarf, die eine allgemeine Schule besuchen, sowie das in vielen Ländern weiter ausgebauten Ganztagsangebot in der Sekundarstufe I. Zudem sind in einer Reihe von Ländern infolge von Schulstrukturreformen deutliche Verschiebungen in den Anteilen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler an den verschiedenen Schularten zu verzeichnen. Sowohl an Gymnasien als auch an nichtgymnasialen Schulen hat sich im Untersuchungszeitraum ferner der durchschnittliche Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund erhöht, während der mittlere sozioökonomische Status der Schülerschaft weitgehend stabil geblieben ist (vgl. Kapitel 8 und 9 für die entsprechenden Veränderungen in der Population aller Neuntklässlerinnen und Neuntklässler). Allerdings bestehen deutliche Unterschiede darin, wie sich die Schülerschaft in den Schulen der verschiedenen Länder zusammensetzt.

Insgesamt wird deutlich, dass sich die Schulsysteme der Länder in der Sekundarstufe I teilweise erheblich unterscheiden und in verschiedener Weise weiterentwickelt haben. Dies sollte bei der Interpretation der in den folgenden Kapiteln berichteten Ergebnisse berücksichtigt werden. Inwieweit die in diesem Kapitel dargestellten oder auch weitere, hier nicht untersuchte Kontextmerkmale für die Unterschiede in den Kompetenzen verantwortlich sind, die von den Schülerinnen und Schülern in den Ländern erreicht werden, lässt sich anhand der vorliegenden Daten allerdings nicht bestimmen.

Literatur

- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.). (2018). *Bildung in Deutschland 2018. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Wirkungen und Erträgen von Bildung*. Bielefeld: W. Bertelsmann.
- Baumert, J., Stanat, P. & Watermann, R. (2006). Schulstruktur und die Entstehung differenzieller Lern- und Entwicklungsmilieus. In J. Baumert, P. Stanat & R. Watermann (Hrsg.), *Herkunftsbedingte Disparitäten im Bildungswesen: Differenzielle Bildungsprozesse und Probleme der Verteilungsgerechtigkeit* (S. 95–188). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Dumont, H., Neumann, M., Maaz, K. & Trautwein, U. (2013). Die Zusammensetzung der Schülerschaft als Einflussfaktor für Schulleistungen. Internationale und nationale Befunde. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 60, 163–183.
- Gresch, C. & Piezunka, A. (2015). Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischer Förderung (im Bereich „Lernen“) an Regelschulen. In P. Kuhl, P. Stanat, B. Lütje-Klose, C. Gresch, H. A. Pant & M. Prenzel (Hrsg.), *Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen* (S. 181–220). Wiesbaden: Springer VS.
- Grosche, M. (2015). Was ist Inklusion? In P. Kuhl, P. Stanat, B. Lütje-Klose, C. Gresch, H. A. Pant & M. Prenzel (Hrsg.), *Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen* (S. 17–39). Wiesbaden: Springer VS.
- KMK (2015) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2015). *Ganztagschulen in Deutschland. Bericht der Kultusministerkonferenz vom 03.12.2015*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015-12-03-Ganztagsschulbericht.pdf
- KMK (2017) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2017). *Allgemeinbildende Schulen in Ganztagsform in den Ländern in der Bundesrepublik Deutschland. Statistik 2011 bis 2015*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Statistik/Dokumentationen/GTS_2015_Bericht.pdf
- KMK (2018) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2018). *Definitionenkatalog zur Schulstatistik 2018*. Verfügbar unter <https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Statistik/Defkat2018.pdf>
- KMK (2019) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2019). *Allgemeinbildende Schulen in Ganztagsform in den Ländern in der Bundesrepublik Deutschland. Statistik 2013 bis 2017*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Statistik/Dokumentationen/GTS_2017_Bericht.pdf
- Lenz, S., Holtmann, M., Rjosk, C. & Stanat, P. (im Druck). Soziokulturelle Segregation an weiterführenden Schulen – Analysen zur Rolle der Gliederung des deutschen Schulsystems und schulstruktureller Reformmaßnahmen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Malecki, A. (2013). Sonderpädagogische Förderung in Deutschland – eine Analyse der Datenlage in der Schulstatistik. *Wirtschaft und Statistik*, 5, 356–365.
- Neumann, M., Becker, M., Baumert, J., Maaz, K. & Köller, O. (Hrsg.). (2017). *Zweigliedrigkeit im deutschen Schulsystem. Potenziale und Herausforderungen in Berlin*. Münster: Waxmann.
- Neumann, M., Maaz, K. & Becker, M. (2013). Die Abkehr von der traditionellen Dreigliedrigkeit im Sekundarschulsystem: Auf unterschiedlichen Wegen zum gleichen Ziel? *Recht der Jugend und des Bildungswesens RdJB*, 61(3), 274–292.
- Sälzer, C., Gebhardt, M., Müller, K. & Pauly, E. (2015). Der Prozess der Feststellung sonderpädagogischen Förderbedarfs in Deutschland. In P. Kuhl, P. Stanat, B. Lütje-Klose, C. Gresch, H. A. Pant & M. Prenzel (Hrsg.), *Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen* (S. 129–152). Wiesbaden: Springer VS.
- Statistisches Bundesamt. (2013). *Fachserie 11 Reihe 1 (Bildung und Kultur; Allgemeinbildende Schulen). Schuljahr 2012/13*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00012993/2110100137004_14022014.pdf

- Statistisches Bundesamt. (2018). *Fachserie 11 Reihe 1 (Bildung und Kultur, Allgemeinbildende Schulen). Schuljahr 2017/18*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00042737/2110100187004_korr27022019.pdf
- StEG-Konsortium (2019) = Konsortium der Studie zur Entwicklung von Ganztagsschulen – StEG. (2019). *Ganztagsschule 2017/2018. Deskriptive Befunde einer bundesweiten Befragung*. Verfügbar unter https://projekt-steg.de/sites/default/files/Ganztagschule_2017_2018.pdf

Kapitel 5

Kompetenzstufenbesetzungen im Ländervergleich

5.1 Kompetenzstufenbesetzungen im Fach Mathematik

Jenny Kölm und Nicole Mahler

Im IQB-Bildungstrend 2018 wurden die mathematischen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler mit Aufgaben zu allen in den Bildungsstandards (KMK, 2004, 2005) beschriebenen allgemeinen und inhaltsbezogenen Kompetenzen erfasst. Dieses Kapitel stellt bezogen auf die Globalskala mathematischer Kompetenzen (vgl. Kapitel 1.2) dar, welche prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Ländern die jeweiligen Kompetenzstufen des vom IQB entwickelten integrierten Kompetenzstufenmodells im Fach Mathematik (vgl. Kapitel 2.2) erreichen.¹ Im Folgenden werden zunächst die Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern für das Jahr 2018 berichtet, wobei insbesondere auf Unterschiede zwischen den Ländern eingegangen wird. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt sowohl für die Gesamtpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler (Abschnitt 5.1.1) als auch separat für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien (Abschnitt 5.1.2). Im Anschluss wird der Frage nachgegangen, wie sich die Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Die Ergebnisse dieser Trendanalysen werden ebenfalls sowohl für alle Schülerinnen und Schüler (Abschnitt 5.1.3) als auch separat für die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten dargestellt (Abschnitt 5.1.4). Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung der zentralen Befunde (Abschnitt 5.1.5).

5.1.1 Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern im Jahr 2018

Die Bildungsstandards für die Sekundarstufe I wurden von der Kultusministerkonferenz (KMK) abschlussbezogen für bestimmte Bildungsgänge definiert. Im Fach Mathematik liegen sowohl für den Hauptschulabschluss (HSA) als auch für den Mittleren Schulabschluss (MSA) Bildungsstandards vor (KMK, 2004, 2005). Um die Leistungen aller Schülerinnen und Schüler in den Bildungsgängen, die zum HSA beziehungsweise zum MSA führen, in einem gemeinsamen Kompetenzstufenmodell abbilden zu können, wurde im Fach Mathematik ein integrier-

¹ Die entsprechenden Ergebnisse für die einzelnen inhaltsbezogenen Kompetenzen *Zahl, Messen, Raum und Form, Funktionaler Zusammenhang* und *Daten und Zufall* können auf der Website des IQB als Zusatzmaterial abgerufen werden (Abb. 5.1web–Abb. 5.14web).

tes Modell entwickelt, das in Kapitel 2.2 ausführlich beschrieben ist und sechs Stufen (I.a, I.b, II, III, IV und V) umfasst.²

Für die Schülerinnen und Schüler, die den MSA anstreben, kennzeichnet Kompetenzstufe III den Regelstandard, den diese Gruppe in jedem Land im Mittel erreichen soll. Die Kompetenzstufe II beschreibt den Mindeststandard für diese Zielgruppe. Schülerinnen und Schüler, die Stufe II nicht erreichen, verfehlen demnach die länderübergreifend festgelegten Minimalanforderungen für den MSA. Die Kompetenzstufe IV wird als Regelstandard plus, die Kompetenzstufe V als Optimalstandard bezeichnet. Schülerinnen und Schüler, die diese Stufen erreichen, übertreffen die Regelanforderungen der KMK für den MSA zum Teil erheblich.

Für Jugendliche, die den HSA anstreben, sind die festgelegten Anforderungen im integrierten Kompetenzstufenmodell jeweils um eine Stufe nach unten versetzt. Als Mindeststandard gilt für diese Schülerinnen und Schüler die Kompetenzstufe I.b, als Regelstandard die Kompetenzstufe II. Kompetenzstufe III bildet den Regelstandard plus ab und der Optimalstandard ist ab Kompetenzstufe IV erreicht (vgl. Kapitel 2.2).

In diesem Kapitel werden die Stufenbesetzungen in Bezug auf die MSA-Standards berichtet. Zur Interpretation von Länderunterschieden im Anteil von Schülerinnen und Schülern, die den Regelstandard für den MSA erreichen oder übertreffen, den Mindeststandard für den MSA verfehlen beziehungsweise den Optimalstandard erreichen, lassen sich Angaben zu den in einem Schuljahr zu erwartenden Veränderungen in den Kompetenzstufenbesetzungen heranziehen (zur Interpretation dieser Werte vgl. Kapitel 3.2). Entsprechende Schätzungen können aus den Daten der in den Jahren 2006 und 2007 durchgeführten Normierungsstudien abgeleitet werden, in denen untersucht wurde, welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler in der 9. und 10. Jahrgangsstufe erreichen. Die Daten deuten darauf hin, dass Jugendliche in der 9. Jahrgangsstufe erwartungsgemäß durchschnittlich niedrigere Kompetenzstufen erreichen als Schülerinnen und Schüler in der 10. Jahrgangsstufe. In der Population der Schülerinnen und Schüler, die den MSA anstreben, steigt der Anteil derjenigen, die den Regelstandard erreichen oder übertreffen, von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe um 25 Prozentpunkte und der Anteil derjenigen, die den Optimalstandard erreichen, um 6 Prozentpunkte an.³ Der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard nicht erreichen, sinkt hingegen um etwa 12 Prozentpunkte.

Die Ergebnisse zur Besetzung der Kompetenzstufen im Fach Mathematik (*Globalskala*) für das Jahr 2018 sind in Abbildung 5.1 dargestellt. Wie bereits in Kapitel 3.1 erläutert wurde, umfasst die Population, auf die sich die in dieser Abbildung dargestellten Werte beziehen, alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in Deutschland, die zielgleich auf Grundlage der Bildungsstandards unterrichtet werden. Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf, die ziendifferent unterrichtet werden, bleiben unberücksichtigt. Zudem ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass der MSA erst am Ende der 10. Jahrgangsstufe erreicht wird. Die am IQB-Bildungstrend teilneh-

2 Die vollständigen Verteilungen auf alle sechs Kompetenzstufen können für die Globalskala und für alle Kompetenzbereiche auf der Webseite des IQB als Zusatzmaterial abgerufen werden (Tab. 5.1web–Tab. 5.17web).

3 Da ein großer Teil der Jugendlichen, die den HSA anstreben, nach der 9. Jahrgangsstufe die Schule verlässt, wäre ein Vergleich der Gesamtpopulationen der beiden Jahrgangsstufen schwer interpretierbar. Daher wurden für die Schätzung der in der 9. Jahrgangsstufe erreichten Kompetenzen nur Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, die einen MSA anstreben.

menden Schülerinnen und Schüler haben also noch ein Jahr Zeit, um die in den Bildungsstandards für diesen Abschluss beschriebenen Kompetenzen zu erwerben.

Die Tabelle im linken Teil von Abbildung 5.1 stellt zum einen dar, wie viel Prozent der Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Ländern im Fach Mathematik mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen (Kompetenzstufen III, IV und V). Die Länder sind dabei nach der jeweiligen Größe dieses prozentualen Anteils geordnet. Zusätzlich ist der für Deutschland insgesamt ermittelte Anteil aufgeführt. Zum anderen enthält die Tabelle die prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Mathematik den Mindeststandard für den MSA verfehlen (Kompetenzstufen I.a und I.b). Für die einzelnen Prozentsätze wird zudem jeweils der Standardfehler (SE) ausgewiesen, der ein Maß für die Unsicherheit der Schätzung darstellt (vgl. Kapitel 3.2).

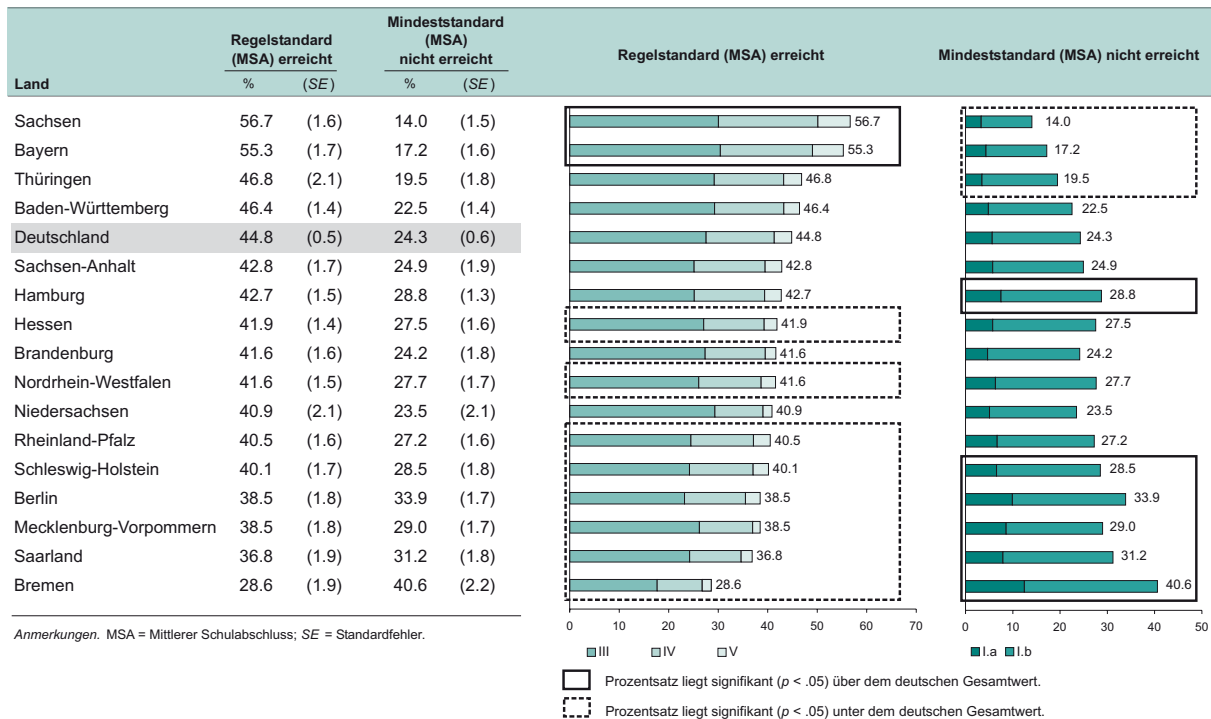
Detailliertere Angaben zur Kompetenzstufenbesetzung im Fach Mathematik können dem Balkendiagramm im rechten Teil von Abbildung 5.1 entnommen werden. Hier sind auch die prozentualen Anteile für die einzelnen Kompetenzstufen eingezeichnet, die sich zu den beiden Gruppen „Regelstandard (MSA) erreicht oder übertroffen“ und „Mindeststandard (MSA) nicht erreicht“ summieren. Das Diagramm weist ferner aus, für welche Länder der jeweilige Prozentanteil statistisch signifikant ($p < .05$) vom deutschen Gesamtwert abweicht. Länder, deren Anteile signifikant über dem deutschen Gesamtwert liegen, sind durch einen durchgezogenen Rahmen gekennzeichnet, Länder, deren Prozentanteile signifikant darunter liegen, mit einem gestrichelten Rahmen. Zusätzlich zu den Angaben zur statistischen Signifikanz können für die Interpretation der Länderunterschiede auch die oben erläuterten Jahrgangsunterschiede in den Kompetenzstufenbesetzungen herangezogen werden.

Aus Abbildung 5.1 geht hervor, dass die prozentualen Anteile der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die im Fach Mathematik (*Globalskala*) mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen beziehungsweise den Mindeststandard für den MSA verfehlen, erheblich zwischen den Ländern in der Bundesrepublik Deutschland variieren. Deutschlandweit erreicht oder übertrifft etwas weniger als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler bereits am Ende der 9. Jahrgangsstufe den Regelstandard für den MSA (45 %). Die Differenz zwischen Sachsen, dem Land mit dem höchsten Anteil (57 %), und Bremen, dem Land mit dem geringsten Anteil (29 %), beträgt allerdings 28 Prozentpunkte.

In den Ländern Bayern und Sachsen fällt der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Mathematik mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen, signifikant höher aus als in Deutschland insgesamt. Signifikant unter dem deutschen Gesamtwert liegt dieser Anteil in den Ländern Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Schleswig-Holstein sowie in den Stadtstaaten Berlin und Bremen.

In Bezug auf die Ergebnisse zum Verfehlen des Mindeststandards fällt auf, dass es in allen Ländern eine nennenswerte Gruppe von Schülerinnen und Schülern gibt, deren mathematische Kompetenz auf der Globalskala nicht den Minimalanforderungen für den MSA entspricht. In Deutschland betrifft dies insgesamt fast ein Viertel der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe (24 %). Für den Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard nicht erreichen, ergibt sich ebenfalls eine große Spannweite von 27 Prozentpunkten zwischen dem niedrigsten Anteil in Sachsen (14 %) und dem höchsten Anteil in Bremen (41 %). In Bayern, Sachsen und Thüringen fällt der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard nicht erreichen, signi-

Abbildung 5.1: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die im Fach Mathematik (*Globalskala*) den Regelstandard (MSA) erreichen oder übertreffen bzw. den Mindeststandard (MSA) nicht erreichen



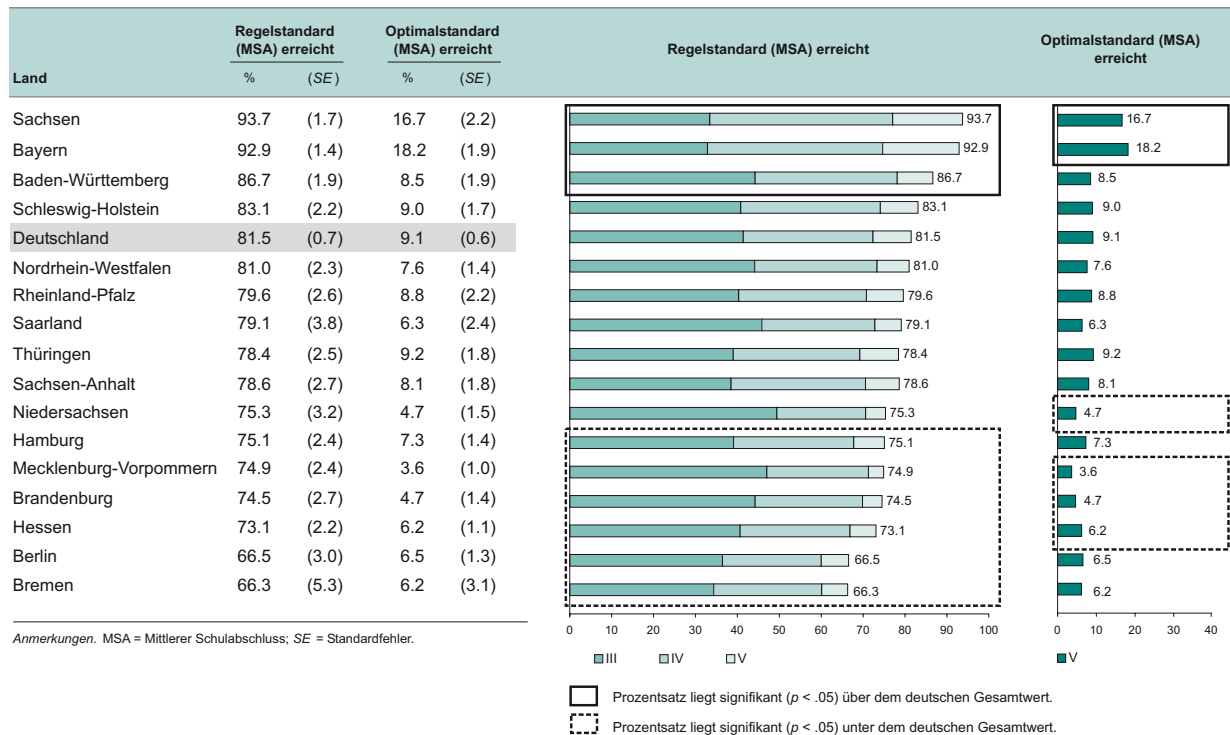
fikant geringer aus als in Deutschland insgesamt. Signifikant höher liegt dieser Anteil hingegen in den Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg sowie in Mecklenburg-Vorpommern, im Saarland und in Schleswig-Holstein.

5.1.2 Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern im Jahr 2018 für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse zur Kompetenzstufenbesetzung an Gymnasien für die Globalskala mathematischer Kompetenz berichtet. Weitere Angaben zu den von Schülerinnen und Schülern an Gymnasien erreichten Kompetenzen im Fach Mathematik finden sich in Kapitel 6.1, wo auch Analysen zu Zusammenhängen zwischen den in dieser Schulart im Durchschnitt erreichten Kompetenzen und den gymnasialen Beteiligungsquoten für das Jahr 2018 auf Länderebene berichtet werden. Die Ergebnisse zur Kompetenzstufenbesetzung für alle Schülerinnen und Schüler, die die Allgemeine Hochschulreife anstreben, können auf der Website des IQB als Zusatzmaterial abgerufen werden (Abb. 5.15web).

In Abbildung 5.2 ist dargestellt, wie sich die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die das Gymnasium besuchen, im Fach Mathematik auf die Kompetenzstufen verteilen. Diese Abbildung ist zwar nahezu identisch strukturiert wie die grafische Darstellung des vorherigen Abschnitts, sie trägt aber gleichzeitig der besonderen Zusammensetzung der Schülerschaft an Gymnasien Rechnung. So ist an Gymnasien der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die sehr geringe Leistungen erzielen, im Allgemeinen niedrig, während der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die über ein besonders hohes Leistungspotenzial verfügen, vergleichsweise hoch sein sollte. Daher wird im Folgenden der Fokus vom

Abbildung 5.2: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die im Fach Mathematik (*Globalskala*) den Regelstandard (MSA) erreichen oder übertreffen bzw. den Optimalstandard (MSA) erreichen



Mindeststandard auf den Optimalstandard verschoben. Statt zu berichten, welcher prozentuale Anteil der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten den Mindeststandard für den MSA verfehlt, wird nun also der Frage nachgegangen, inwieweit an Gymnasien der Optimalstandard für den MSA erreicht wird.

An Gymnasien ist der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Mathematik mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen, relativ hoch. In Deutschland liegt der Anteil dieser Schülergruppe bei insgesamt knapp 82 Prozent. Am höchsten ist der Anteil der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die den Regelstandard erreichen oder übertreffen, in Sachsen (94 %). Die Differenz zum niedrigsten Landeswert in Bremen (66 %) beträgt 28 Prozentpunkte und ist damit genauso groß wie für alle zielgleich unterrichteten Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe. In Baden-Württemberg, Bayern und Sachsen erreichen Gymnasiastinnen und Gymnasiasten der 9. Jahrgangsstufe überdurchschnittlich häufig mindestens den Regelstandard für den MSA. Signifikant geringer als in Deutschland insgesamt fällt der Anteil in den Ländern Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Hessen und Mecklenburg-Vorpommern aus.

Die Ergebnismuster der Länder für die Gymnasien weichen zum Teil von den Ergebnismustern für die gesamte 9. Jahrgangsstufe ab. Während sich der in Baden-Württemberg für die Gesamtpopulation bestimmte Anteil nicht signifikant vom deutschen Gesamtwert unterscheidet, erreichen oder übertreffen Gymnasiastinnen und Gymnasiasten verglichen mit dem deutschen Gesamtwert signifikant häufiger den Regelstandard. In den Ländern Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Schleswig-Holstein werden in der Gesamtpopulation signifikant geringere Anteile erzielt als in Deutschland insgesamt, wohingegen sich die Anteile für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien nicht signifikant vom Wert für Deutschland unterscheiden. Ein anderes Muster findet sich für Brandenburg und Hamburg: Hier ist der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Regel-

standard erreichen oder übertreffen, nur an Gymnasien unterdurchschnittlich ausgeprägt, nicht aber in der gesamten 9. Jahrgangsstufe.

Deutschlandweit erreichen etwa 9 Prozent der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien den Optimalstandard. Dabei zeigt sich eine Differenz von 14 Prozentpunkten zwischen Bayern, dem Land mit dem höchsten Anteil (18 %), und Mecklenburg-Vorpommern mit dem niedrigsten Anteil (4 %). In Bayern und Sachsen wird der Optimalstandard an Gymnasien signifikant häufiger erreicht als in Deutschland insgesamt, in den Ländern Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen hingegen signifikant seltener.

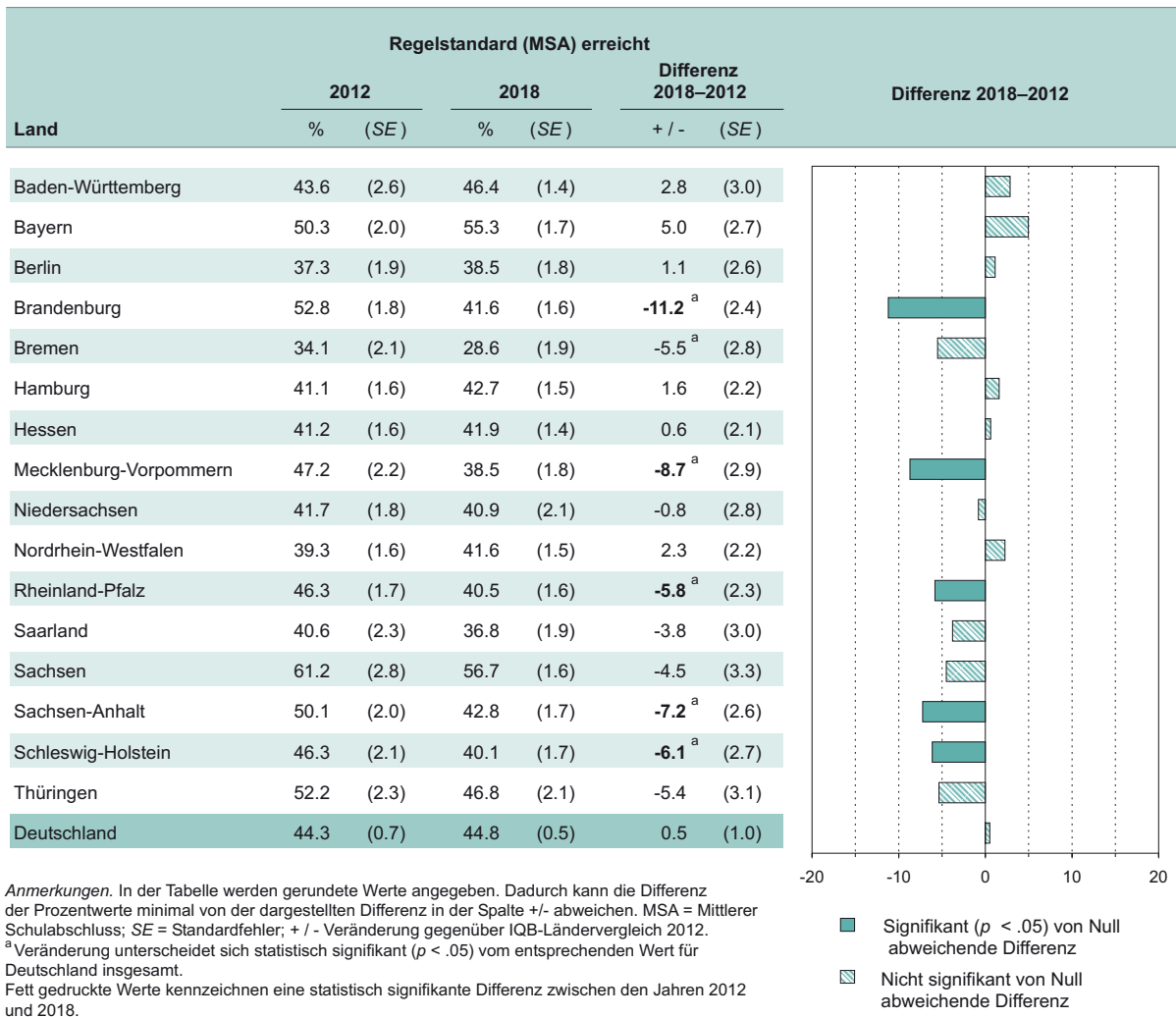
5.1.3 Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern für die Jahre 2012 und 2018 im Vergleich

Im folgenden Abschnitt wird berichtet, wie sich die Kompetenzstufenbesetzungen im Fach Mathematik zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Wie bereits für die auf das Jahr 2018 bezogenen Ergebnisse werden auch für die Trends die Anteile der Schülerinnen und Schüler betrachtet, die auf der Globalskala mathematischer Kompetenz den Regelstandard für den MSA erreichen oder übertreffen (Abb. 5.3) und den Mindeststandard für den MSA verfehlen (Abb. 5.4).

In der Tabelle von Abbildung 5.3 ist sowohl für Deutschland insgesamt als auch für jedes einzelne Land aufgeführt, wie hoch der prozentuale Anteil der zielgleich unterrichteten Schülerinnen und Schüler ausfällt, die in den Jahren 2012 und 2018 mindestens den Regelstandard für den MSA im Fach Mathematik (*Globalskala*) erreichen. Zu diesen Prozentsätzen werden auch die Standardfehler der Schätzungen (*SE*) berichtet. Die Reihenfolge der Länder in der Abbildung ist alphabetisch und bildet somit keine Rangfolge ab. In der rechten Spalte der Tabelle sind die Differenzen zwischen den Prozentangaben für 2018 und 2012 sowie die Standardfehler dieser Differenzen angegeben, deren Berechnung in Kapitel 13 erläutert wird. Positive Differenzwerte zeigen, dass im Jahr 2018 ein höherer Anteil der Schülerinnen und Schüler mindestens den Regelstandard erreicht als im Jahr 2012; bei negativen Differenzwerten ist hingegen der Anteil im Jahr 2018 geringer als im Jahr 2012. Signifikant vom Trend für Deutschland insgesamt abweichende Veränderungen in den Ländern sind durch ein hochgestelltes „a“ gekennzeichnet. Auf solche Unterschiede wird im Text allerdings nur dann eingegangen, wenn auch die jeweilige Veränderung innerhalb des Landes signifikant ist. Die Differenz der prozentualen Anteile zwischen den Jahren 2018 und 2012 wird zusätzlich in Form eines Balkendiagramms grafisch veranschaulicht, wobei ein nach rechts ausgerichteter Balken eine Steigerung und ein nach links ausgerichteter Balken eine Reduzierung des Anteils der Schülerinnen und Schüler darstellt, die im Fach Mathematik mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen. Vollständig gefüllte Balken weisen darauf hin, dass die Veränderung des jeweiligen Prozentsatzes statistisch signifikant ($p < .05$) von Null abweicht. Bei schraffierten Balken ist die jeweilige Differenz dagegen statistisch nicht signifikant.

Abbildung 5.3 zeigt, dass sich der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Mathematik im Jahr 2018 mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen, in Deutschland insgesamt im Vergleich zum Jahr 2012 nicht signifikant verändert hat. Auch innerhalb der Länder sind die Anteile weitgehend stabil geblieben. In Brandenburg (–11 Prozentpunkte), Mecklenburg-Vorpommern

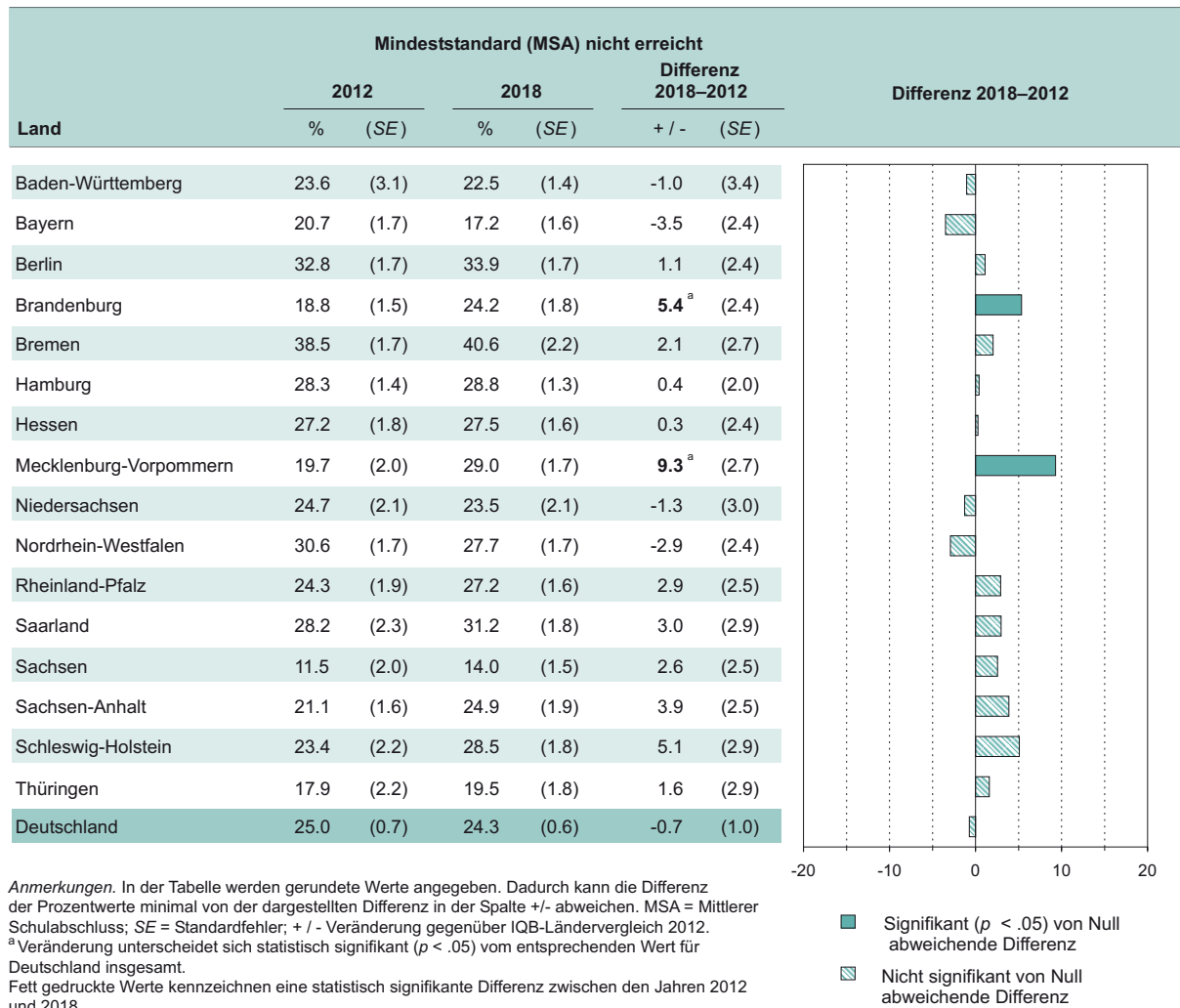
Abbildung 5.3: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die im Fach Mathematik (*Globalskala*) den Regelstandard (MSA) erreichen oder übertreffen



(–9 Prozentpunkte), Rheinland-Pfalz (–6 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (–7 Prozentpunkte) und Schleswig-Holstein (–6 Prozentpunkte) wird der Regelstandard im Jahr 2018 signifikant seltener erreicht oder übertroffen als im Jahr 2012. Die Veränderungen in diesen Ländern fallen darüber hinaus signifikant ungünstiger aus als in Deutschland insgesamt. Eine signifikante Zunahme des Anteils der Schülerinnen und Schüler, die den Regelstandard erreichen oder übertreffen, wurde für kein Land ermittelt.

In Abbildung 5.4 ist der Trend für den Anteil der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe dargestellt, die den Mindeststandard im Fach Mathematik nicht erreichen. Für Deutschland insgesamt zeigt sich keine signifikante Veränderung dieses Anteils zwischen den Jahren 2012 und 2018 und auch in den meisten Ländern ist dieser Anteil stabil geblieben. Für Brandenburg (+5 Prozentpunkte) und Mecklenburg-Vorpommern (+9 Prozentpunkte) wurde hingegen ein signifikanter Anstieg des Anteils der Schülerinnen und Schüler ermittelt, die den Mindeststandard für den MSA verfehlen, der sich darüber hinaus statistisch signifikant vom für Deutschland insgesamt ermittelten Wert unterscheidet. Eine signifikante Verringerung des Anteils der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard verfehlen, wurde für kein Land festgestellt.

Abbildung 5.4: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die im Fach Mathematik (*Globalskala*) den Mindeststandard (MSA) nicht erreichen

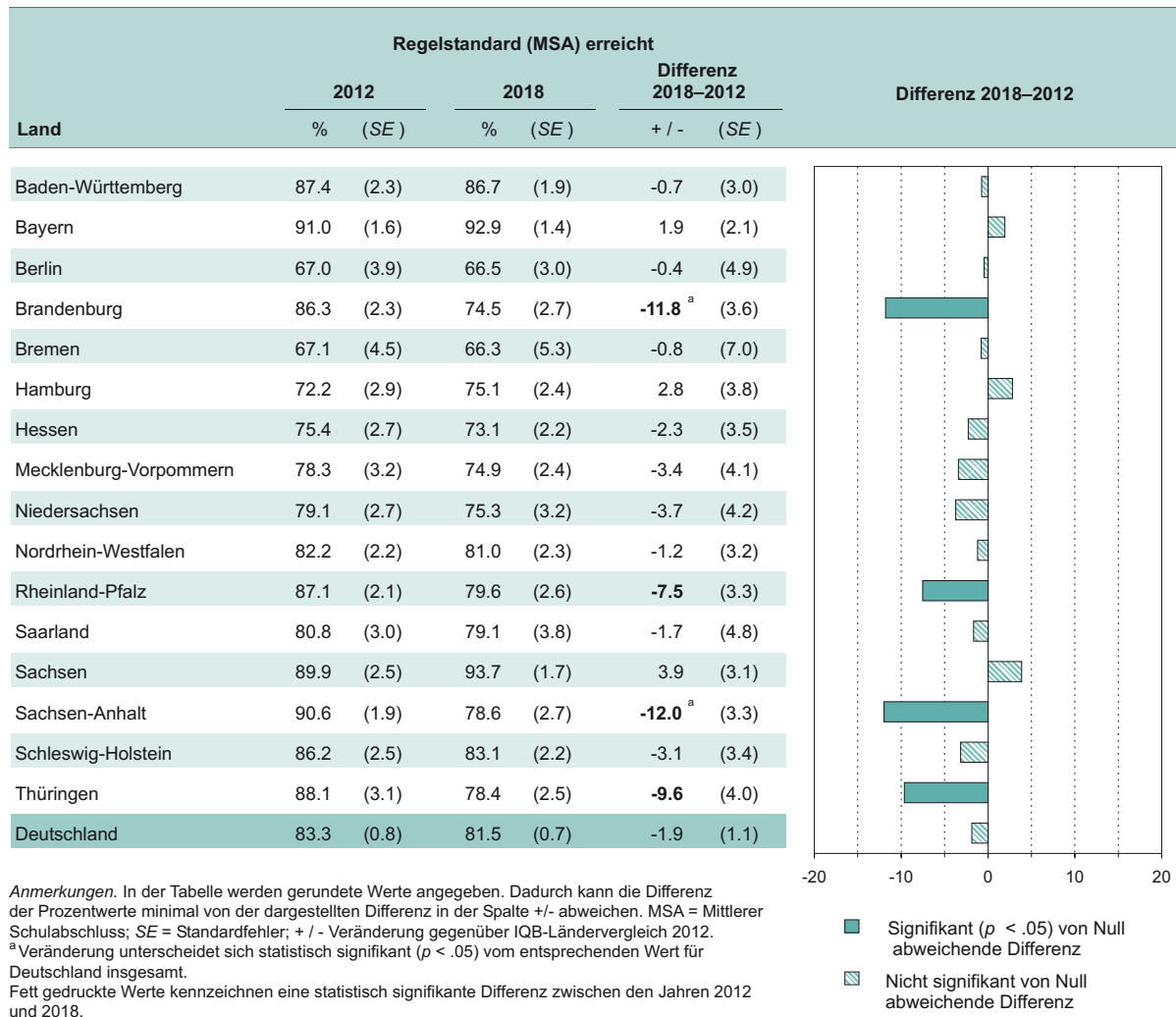


5.1.4 Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien für die Jahre 2012 und 2018 im Vergleich

In diesem Abschnitt werden die Veränderungen in den Kompetenzstufenbesetzungen im Fach Mathematik (*Globalskala*) zwischen den Jahren 2012 und 2018 nochmals separat für die Schulart Gymnasium dargestellt. In Abbildung 5.5, die analog zu Abbildung 5.3 strukturiert ist, wird zunächst ausgewiesen, wie sich die prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien, die mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen, in den einzelnen Ländern verändert haben. Die entsprechenden Ergebnisse für alle Schülerinnen und Schüler, die die Allgemeine Hochschulreife oder die Fachhochschulreife anstreben, können auf der Website des IQB als Zusatzmaterial abgerufen werden (Abb. 5.22web und Abb. 5.23web).

Auch an Gymnasien ist der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Regelstandard erreichen oder übertreffen, in Deutschland insgesamt zwischen den Jahren 2012 und 2018 stabil geblieben. Allerdings sind innerhalb einzelner Länder ungünstige Veränderungen zu verzeichnen, die statistisch signifikant sind. Dies betrifft die Länder Brandenburg (–12 Prozentpunkte), Rheinland-

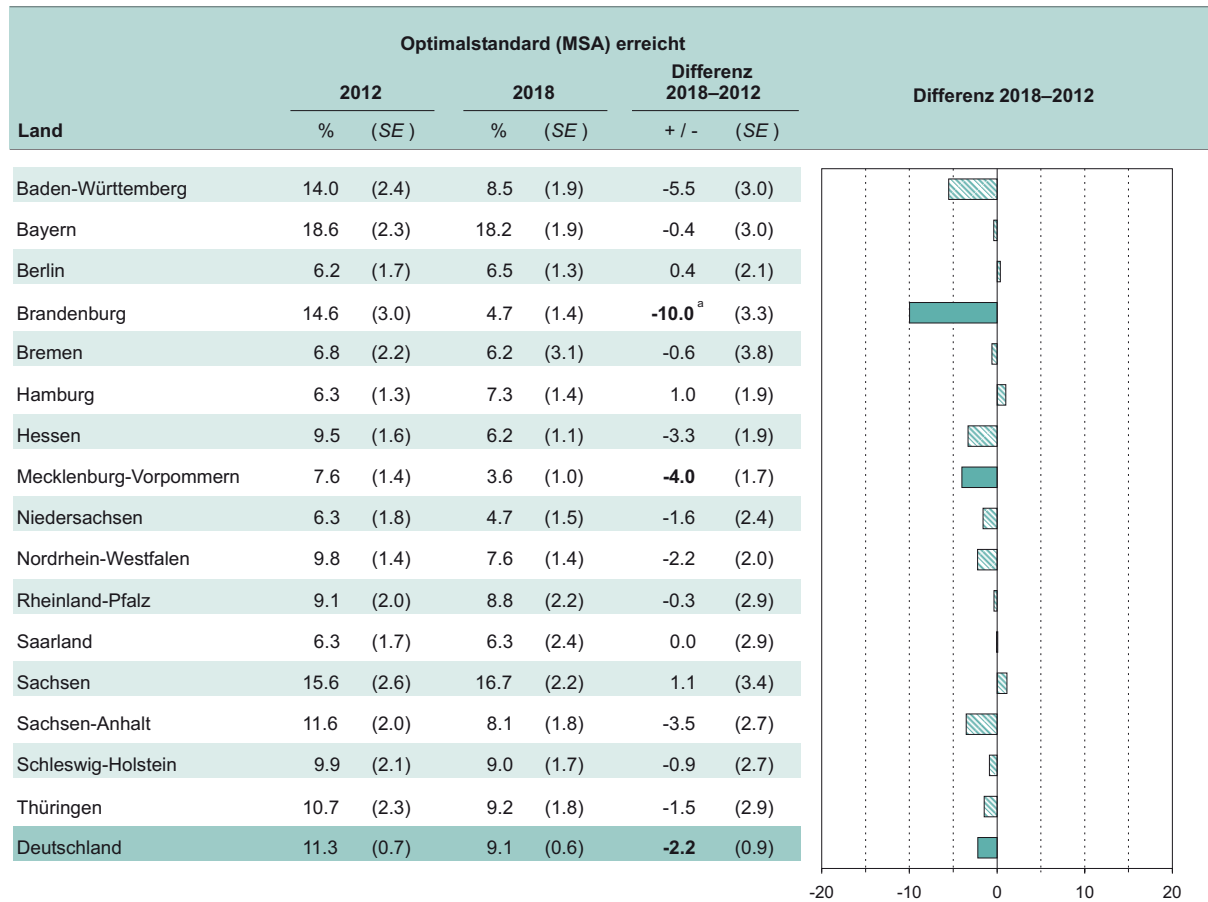
Abbildung 5.5: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die im Fach Mathematik (*Globalskala*) den Regelstandard (MSA) erreichen oder übertreffen



Pfalz (-8 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (-12 Prozentpunkte) und Thüringen (-10 Prozentpunkte). In Brandenburg und Sachsen-Anhalt fallen die Trends zudem signifikant ungünstiger aus als in Deutschland insgesamt. Ein signifikanter Anstieg des Anteils der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien, die den Regelstandard für den MSA erreichen oder übertreffen, wurde zwischen 2012 und 2018 in keinem Land erreicht.

In Abbildung 5.6 sind die Veränderungen zwischen den für 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteilen der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten dargestellt, die bereits in der 9. Jahrgangsstufe den Optimalstandard für den MSA im Fach Mathematik (*Globalskala*) erreichen. Für Deutschland insgesamt zeigt sich eine signifikante Verringerung des Anteils um 2 Prozentpunkte, der Optimalstandard wird an Gymnasien im Jahr 2018 also etwas seltener erreicht als im Jahr 2012. Ebenfalls signifikant negative Veränderungen sind für die Länder Brandenburg (-10 Prozentpunkte) und Mecklenburg-Vorpommern (-4 Prozentpunkte) zu verzeichnen. Der Trend für Brandenburg fällt zudem signifikant ungünstiger aus als der Trend für Deutschland insgesamt. Signifikant positive Veränderungen im Erreichen des Optimalstandards an Gymnasien wurden für kein Land ermittelt.

Abbildung 5.6: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die im Fach Mathematik (*Globalskala*) den Optimalstandard (MSA) erreichen



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen. MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018.

■ Signifikant ($p < .05$) von Null abweichende Differenz
 ▨ Nicht signifikant von Null abweichende Differenz

5.1.5 Zusammenfassung

Für das Jahr 2018 kann zusammenfassend festgestellt werden, dass deutschlandweit etwa 45 Prozent aller Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe und knapp 82 Prozent der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien den Regelstandard für den MSA im Fach Mathematik (*Globalskala*) erreichen oder übertreffen. Den Mindeststandard verfehlt insgesamt etwa ein Viertel (24 %) aller Schülerinnen und Schüler, der Optimalstandard wird von 9 Prozent der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten erreicht. Die Ergebnisse einzelner Länder weichen jedoch teilweise erheblich von diesen Werten ab. So variieren die Anteile der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard erreichen beziehungsweise den Mindeststandard verfehlen, zwischen dem Land mit dem höchsten Anteil und dem Land mit dem niedrigsten Anteil jeweils um ungefähr 28 Prozentpunkte. Dies entspricht in etwa der zwischen der 9. und 10. Jahrgangsstufe zu erwartenden Zunahme des Anteils der den MSA anstrebenden Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard erreichen.

In Bayern und Sachsen werden sowohl in der gesamten 9. Jahrgangsstufe als auch an Gymnasien durchweg günstigere Ergebnisse erzielt als in Deutschland insgesamt, wohingegen die Ergebnisse für Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2018 durchweg signifikant ungünstiger ausfallen als für Deutschland insgesamt. Verglichen mit dem bundesdeutschen Wert für den gesamten 9. Jahrgang wird in Berlin, Bremen, Saarland und Schleswig-Holstein seltener der Regelstandard erreicht oder übertroffen und zudem häufiger der Mindeststandard verfehlt. Weitere signifikante Abweichungen zu den für Deutschland insgesamt festgestellten Anteilen bestehen für Hamburg (höherer Anteil von Jugendlichen, die den Mindeststandard verfehlen), Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz (geringerer Anteil von Jugendlichen, die mindestens den Regelstandard erreichen) sowie Thüringen (geringerer Anteil von Jugendlichen, die den Mindeststandard verfehlen).

Die Ergebnisse für Gymnasien sind in den Ländern teilweise ähnlich wie für die Neuntklässlerinnen und Neuntklässler insgesamt, teilweise aber auch unterschiedlich. Unterschiede finden sich unter anderem in Baden-Württemberg, wo ein signifikant größerer Teil der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten den Regelstandard für den MSA erreicht oder übertrifft als in Deutschland insgesamt, wohingegen für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe keine Abweichung zum entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt besteht. Weitere Unterschiede im Erreichen oder Übertreffen des Regelstandards zwischen Schülerinnen und Schülern an Gymnasien und der gesamten 9. Jahrgangsstufe bestehen in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Schleswig-Holstein (geringerer Anteil nur in der gesamten 9. Jahrgangsstufe) sowie in Brandenburg und Hamburg (geringerer Anteil nur an Gymnasien).

In Brandenburg und Hessen wird an Gymnasien signifikant seltener der Regelstandard erreicht oder übertroffen und zudem seltener der Optimalstandard erreicht als in Deutschland insgesamt. Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in den Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg erreichen oder übertreffen den Regelstandard zwar seltener als in Deutschland insgesamt, erreichen jedoch den Optimalstandard vergleichbar häufig. Dies deutet darauf hin, dass die Förderung von Spitzenleistungen im Fach Mathematik dort ähnlich gut gelingt wie in anderen Ländern. Das gegenteilige Muster zeigt sich für Niedersachsen, wo der Optimalstandard seltener erreicht wird als in Deutschland insgesamt, wohingegen der Anteil der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien, die mindestens den Regelstandard erreichen, nahe am Wert für Deutschland liegt.

Die Trendanalysen zeigen, dass die Kompetenzstufenbesetzungen im Fach Mathematik (*Globalskala*) deutschlandweit zwischen den Jahren 2012 und 2018 weitgehend stabil geblieben sind. An Gymnasien ist der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Optimalstandard erreichen, zwar signifikant gesunken, allerdings beträgt der Rückgang lediglich 2 Prozentpunkte. Besonders ungünstige Entwicklungen zeigen sich in Brandenburg, wo sowohl für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe als auch für Gymnasiastinnen und Gymnasiasten ungünstige Trends ermittelt wurden, die alle betrachteten Stufenbesetzungen betreffen. Ähnliche Muster wurden für Mecklenburg-Vorpommern festgestellt, wo – mit Ausnahme des Erreichens oder Übertreffens des Regelstandards an Gymnasien – ebenfalls durchweg ungünstige Veränderungen zu verzeichnen sind. Ungünstige Entwicklungen in Bezug auf das Erreichen oder Übertreffen des Regelstandards zeigen sich für beide betrachteten Schülergruppen außerdem in Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt. Zudem wurden in Schleswig-Holstein und Thüringen einzelne ungünstige Entwicklungen festgestellt, die sich aller-

dings auf eine der betrachteten Schülergruppen und Stufenbesetzungen beschränken. Signifikant positive Entwicklungen gab es in keinem Land. Bemerkenswert ist, dass trotz der ungünstigen Trends in Brandenburg und Sachsen-Anhalt die für das Jahr 2018 ermittelten Ergebnisse für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in diesen Ländern sowohl bezogen auf das Erreichen oder Übertreffen des Regelstandards als auch auf das Verfehlen des Mindeststandards immer noch im Bereich des Wertes für Deutschland insgesamt liegen. Dies ist auf die überdurchschnittlichen Ergebnisse in diesen Ländern im Jahr 2012 zurückzuführen. Ein ähnliches Muster zeigt sich für die Anteile von Schülerinnen und Schülern an Gymnasien, die mindestens den Regelstandard erreichen, in Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt und Thüringen, wo die Werte für das Jahr 2018 ebenfalls trotz ungünstiger Trends nicht signifikant vom deutschen Gesamtwert abweichen.

Zusammenfassend besteht für Deutschland insgesamt weitgehende Stabilität der Kompetenzstufenbesetzungen im Fach Mathematik (*Globalskala*) seit dem IQB-Ländervergleich 2012. Dies betrifft sowohl den Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Regelstandard für den MSA erreichen oder übertreffen, als auch den Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard für den MSA verfehlen. An Gymnasien lässt sich für Deutschland insgesamt eine signifikante Verringerung des Anteils der Schülerinnen und Schüler feststellen, die den Optimalstandard erreichen.

Literatur

- KMK (2004) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 4.12.2003*. München: Luchterhand.
- KMK (2005) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss. Beschluss vom 15.10.2004*. München: Luchterhand.

5.2 Kompetenzstufenbesetzungen in den naturwissenschaftlichen Fächern

Sebastian Weirich, Benjamin Becker und Marlen Holtmann

Im IQB-Bildungstrend 2018 wurden die Kompetenzen in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik bei Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe in zwei Kompetenzbereichen der Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (MSA) erfasst (KMK, 2005): *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*. Eine detaillierte Beschreibung der beiden Kompetenzbereiche in den einzelnen Fächern findet sich in Kapitel 1.3. Ferner werden die Kompetenzstufenmodelle, die den in diesem Kapitel dargestellten Analysen zugrunde liegen, in Kapitel 2.3 ausführlich erläutert.

Im Folgenden wird berichtet, wie sich zielgleich unterrichtete Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Mittleren Schulabschluss (MSA) anstreben, in diesen insgesamt sechs Kompetenzbereichen in den einzelnen Ländern auf die jeweiligen Kompetenzstufen verteilen. Zunächst werden die Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern für das Jahr 2018 für die Gesamtpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler mit dem Ziel MSA (Abschnitt 5.2.1) sowie für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien (Abschnitt 5.2.2) berichtet. Im Anschluss wird untersucht, inwieweit sich die Kompetenzstufenbesetzungen zwischen den Jahren 2012 und 2018 in Deutschland insgesamt und innerhalb der Länder verändert haben. Auch diese Ergebnisse werden sowohl für alle Schülerinnen und Schüler (Abschnitt 5.2.3) als auch separat für die Gymnasias-tinnen und Gymnasiasten dargestellt (Abschnitt 5.2.4). Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung der zentralen Befunde (Abschnitt 5.2.5).

5.2.1 Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern im Jahr 2018

In den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik wurden die Bildungsstandards für die Sekundarstufe I von der Kultusministerkonferenz für den Mittleren Schulabschluss (MSA) festgelegt. Für jedes Fach werden für die beiden Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* jeweils fünf Kompetenzstufen I, II, III, IV und V definiert.¹ Dabei bildet die Kompetenzstufe III den *Regelstandard* ab. Es wird erwartet, dass Schülerinnen und Schüler, die den MSA anstreben, in jedem Land im Mittel dieses Kompetenzniveau erreichen. Kompetenzstufe II beschreibt den *Mindeststandard* für diese Zielgruppe. Schülerinnen und Schüler, die Stufe II nicht erreichen, verfehlen demnach die länderübergreifend festgelegten Minimalanforderungen für den MSA. Kompetenzstufe IV wird als *Regelstandard plus* und Kompetenzstufe V als *Optimalstandard* bezeichnet. Schülerinnen und Schüler auf Stufe V übertreffen die Regelanforderungen der KMK für den MSA zum Teil erheblich.

Zur Interpretation von Länderunterschieden im Anteil von Schülerinnen und Schülern, die den Regelstandard für den MSA erreichen oder übertreffen beziehungsweise den Mindeststandard für den MSA verfehlen, können Angaben zu den in einem Schuljahr zu erwartenden Veränderungen in den Kompetenzstufenverteilungen herangezogen werden. Entsprechende Schätzungen lassen

¹ Die vollständigen Verteilungen auf alle fünf Kompetenzstufen können für die beiden Kompetenzbereiche in den Fächern Biologie, Chemie und Physik auf der Webseite des IQB als Zusatzmaterial abgerufen werden (Tab. 5.18web–Tab. 5.34web).

sich aus einer Normierungsstudie des IQB aus dem Jahr 2011 ableiten, auf deren Daten auch die Kompetenzstufenmodelle zu den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* für die drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik basieren. In dieser Erhebung bearbeitete eine bundesweit repräsentative Stichprobe von Schülerinnen und Schülern der 9. und 10. Jahrgangsstufe Testaufgaben zu den im IQB-Bildungstrend 2018 untersuchten Kompetenzbereichen. Im Vergleich der beiden Jahrgangsstufen wurden nur geringe Unterschiede in den Kompetenzstufenbesetzungen festgestellt. So war der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* beziehungsweise *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Biologie, Chemie und Physik mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen, in der 10. Jahrgangsstufe um 6 bis 12 Prozentpunkte höher als in der 9. Jahrgangsstufe. Zudem fiel der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard für den MSA verfehlen, in der 10. Jahrgangsstufe um 1 bis 5 Prozentpunkte geringer aus als in der 9. Jahrgangsstufe. Insgesamt weisen diese Befunde also darauf hin, dass am Ende der Sekundarstufe I die Lernzuwächse in den untersuchten Kompetenzbereichen vergleichsweise gering sind.

Die Ergebnisse zur Besetzung der Kompetenzstufen in den beiden Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie sind für das Jahr 2018 in den Abbildungen 5.7 und 5.8 dargestellt. Die Werte beziehen sich dabei auf die Population der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in Deutschland, die zielgleich auf Grundlage der Bildungsstandards unterrichtet werden und den MSA anstreben.

Abbildung 5.7: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Biologie im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Mindeststandard nicht erreichen

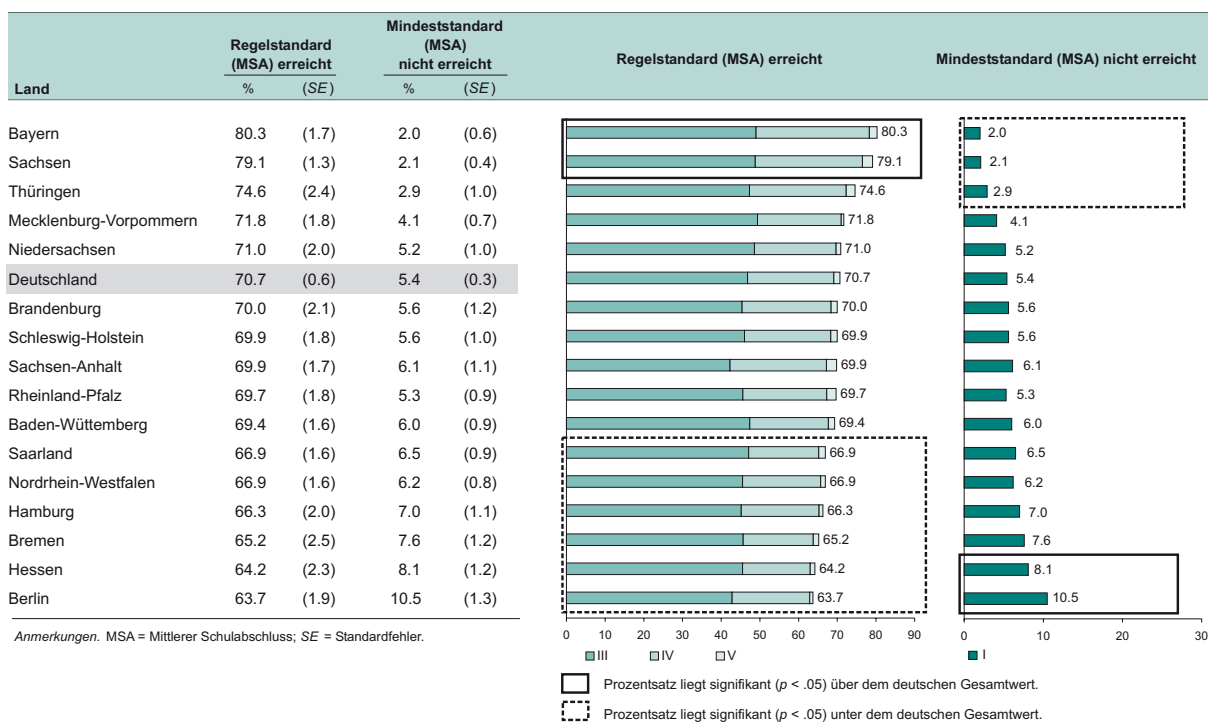
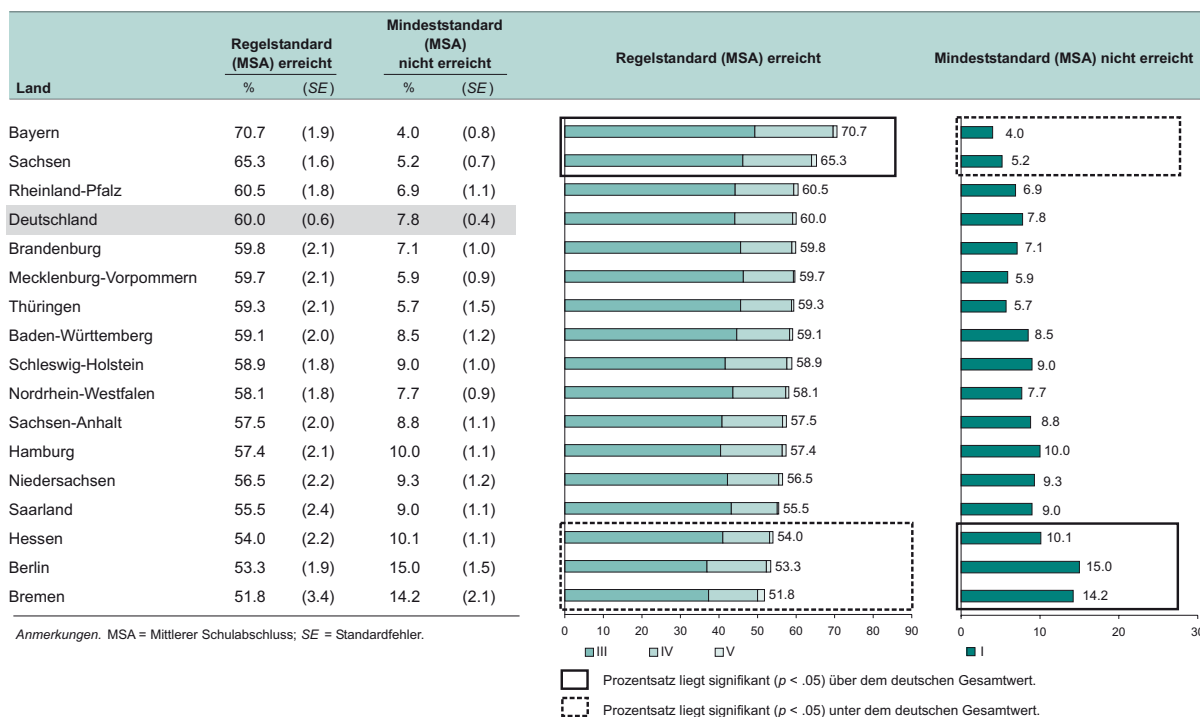


Abbildung 5.8: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Mindeststandard nicht erreichen



Die Tabellen im linken Teil der Abbildungen 5.7 und 5.8 stellen zum einen dar, wie viel Prozent der Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Ländern im jeweiligen Kompetenzbereich mindestens den Regelstandard erreichen (Kompetenzstufen III, IV und V). Die Länder sind dabei nach der jeweiligen Größe dieses prozentualen Anteils geordnet. Außerdem ist der insgesamt für Deutschland ermittelte Anteil aufgeführt. Zum anderen enthält die Tabelle die prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler, die im jeweiligen Kompetenzbereich den Mindeststandard für den MSA nicht erreichen (Kompetenzstufe I). Zusätzlich wird für die einzelnen Prozentsätze jeweils der Standardfehler (*SE*) als Maß für die Unsicherheit der Schätzungen ausgewiesen (vgl. Kapitel 3.2).

Detailliertere Angaben zur Kompetenzstufenbesetzung in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* können dem Balkendiagramm im jeweils rechten Teil der Abbildungen 5.7 und 5.8 entnommen werden. In diesen Diagrammen sind auch die prozentualen Anteile für die einzelnen Kompetenzstufen gekennzeichnet, die sich zu den beiden Gruppen „mindestens Regelstandard für MSA erreicht“ und „Mindeststandard für MSA nicht erreicht“ summieren. Das Diagramm weist ferner aus, für welche Länder der jeweilige Prozentanteil statistisch signifikant ($p < .05$) vom deutschen Gesamtwert abweicht. Liegt der Anteil eines Landes signifikant über dem Gesamtwert, ist dies durch einen Rahmen mit durchgezogener Linie gekennzeichnet. Länder, deren Prozentanteile signifikant unter dem deutschen Gesamtwert liegen, sind durch einen Rahmen mit gestrichelter Linie kenntlich gemacht.

Aus den Abbildungen 5.7 und 5.8 geht hervor, dass die prozentualen Anteile der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die in den im Fach Biologie untersuchten Kompetenzbereichen mindestens den Regelstandard erreichen beziehungsweise den Mindeststandard verfehlen, erheblich zwischen den Ländern

variieren. Bei den Regelstandards beträgt die Differenz zwischen Bayern, dem Land mit den höchsten Anteilen in beiden Bereichen, und Berlin beziehungsweise Bremen, den Ländern mit den geringsten Anteilen, knapp 17 Prozentpunkte (*Fachwissen*) beziehungsweise 19 Prozentpunkte (*Erkenntnisgewinnung*). Beim Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard verfehlen, sind die Unterschiede zwischen den Ländern weniger stark ausgeprägt. Hier liegt der Abstand zwischen Bayern, dem Land mit dem geringsten Prozentwert, und Berlin, dem Land mit dem höchsten Prozentwert, bei 9 beziehungsweise 11 Prozentpunkten.

Der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Biologie mindestens den Regelstandard erreichen, beträgt in Deutschland insgesamt 71 Prozent im Bereich *Fachwissen* und 60 Prozent im Bereich *Erkenntnisgewinnung*. In den Ländern Bayern und Sachsen liegen diese Anteile in beiden Kompetenzbereichen signifikant über dem deutschen Gesamtwert. Signifikant unter dem deutschen Gesamtwert fallen die Anteile in beiden Kompetenzbereichen in den Ländern Berlin, Bremen und Hessen sowie für den Kompetenzbereich *Fachwissen* zusätzlich in Hamburg, im Saarland und in Nordrhein-Westfalen aus.

In Deutschland insgesamt beträgt der Anteil von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und deren Kompetenzen im Fach Biologie nicht den Minimalanforderungen entsprechen, 5 Prozent im Kompetenzbereich *Fachwissen* und 8 Prozent im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*. Bei den Ergebnissen für die einzelnen Länder fällt auf, dass dieser Anteil fast überall unter 10 Prozent liegt. Signifikant höher als der deutsche Gesamtwert fällt dieser Anteil in beiden untersuchten Kompetenzbereichen in den Ländern Berlin und Hessen aus sowie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zusätzlich in Bremen. Signifikant niedriger als der deutsche Gesamtwert sind die Anteile in den Ländern Bayern und Sachsen (*Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*) sowie in Thüringen (*Fachwissen*).

Abbildung 5.9: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Chemie im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Mindeststandard nicht erreichen

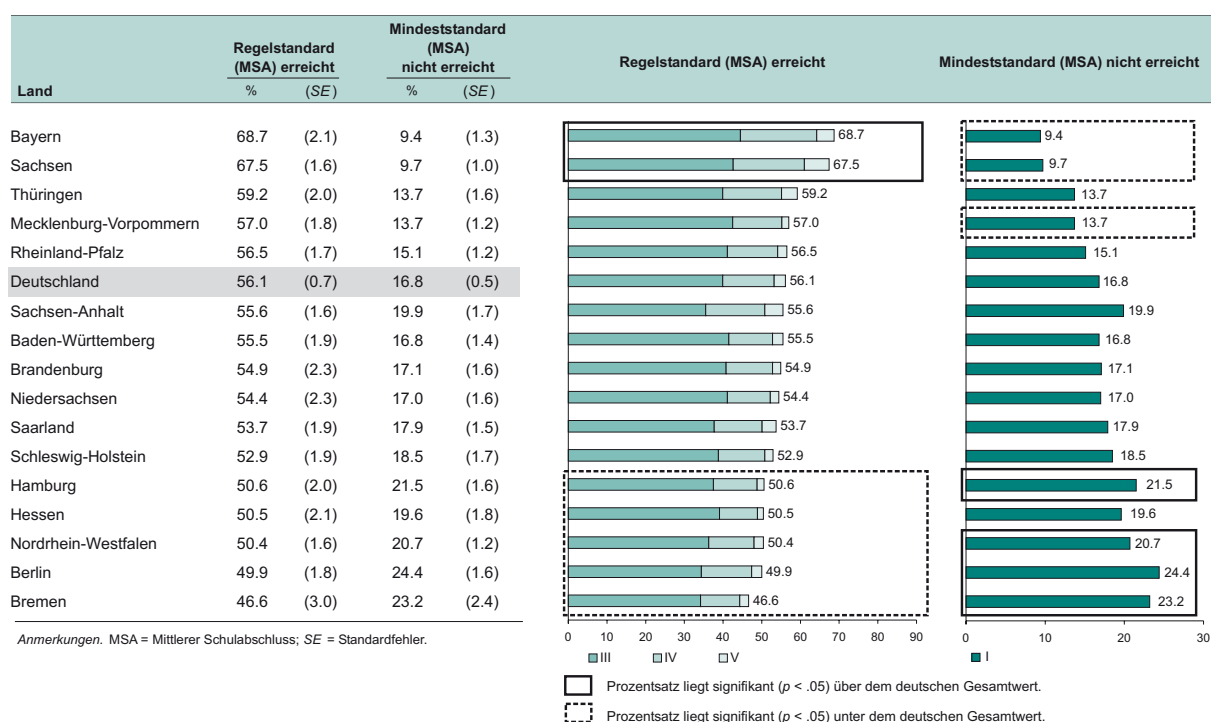
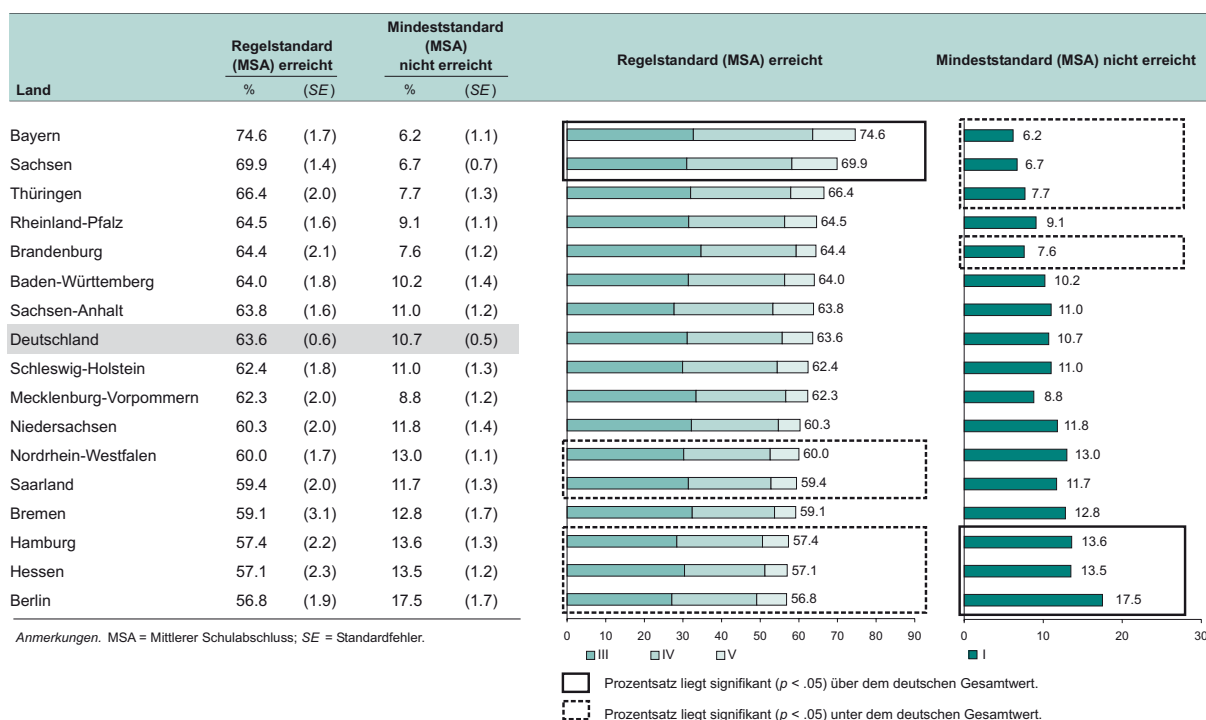


Abbildung 5.10: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Mindeststandard nicht erreichen



Die Abbildungen 5.9 und 5.10 zeigen Ergebnisse zur Kompetenzstufenbesetzung für Schülerinnen und Schüler der neunten Jahrgangsstufe in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* des Fachs Chemie für das Jahr 2018. Für das Erreichen des Regelstandards beträgt die Differenz zwischen den höchsten Landeswerten (Bayern) und den niedrigsten Landeswerten 22 Prozentpunkte (Bremen im Bereich *Fachwissen*) beziehungsweise 18 Prozentpunkte (Berlin im Bereich *Erkenntnisgewinnung*). Weniger stark unterscheiden sich die Länder wiederum im prozentualen Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard verfehlen: Im Bereich *Fachwissen* liegen 15 Prozentpunkte und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* 11 Prozentpunkte zwischen dem geringsten (Bayern) und dem höchsten Landeswert (Berlin).

In Deutschland insgesamt beträgt der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard im Fach Chemie erreichen, 56 Prozent (*Fachwissen*) beziehungsweise knapp 64 Prozent (*Erkenntnisgewinnung*). Signifikant über dem deutschen Gesamtwert liegen die prozentualen Anteile in den Ländern Bayern und Sachsen. In Berlin, Bremen, Hamburg, Hessen und Nordrhein-Westfalen (*Fachwissen*) beziehungsweise Berlin, Hamburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und im Saarland (*Erkenntnisgewinnung*) erreicht ein signifikant geringerer Anteil von Jugendlichen mindestens den Regelstandard als in Deutschland insgesamt.

Der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Chemie den Mindeststandard verfehlen, beträgt in Deutschland insgesamt 17 Prozent (*Fachwissen*) und knapp 11 Prozent (*Erkenntnisgewinnung*). In Berlin, Bremen, Hamburg und Nordrhein-Westfalen (*Fachwissen*) beziehungsweise Berlin, Hamburg und Hessen (*Erkenntnisgewinnung*) ist der Anteil dieser Gruppe signifikant größer als der deutsche Gesamtwert. Signifikant geringer als der deutsche Gesamtwert fallen die für Bayern, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen (*Fachwissen*) beziehungs-

Abbildung 5.11: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Physik im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Mindeststandard nicht erreichen

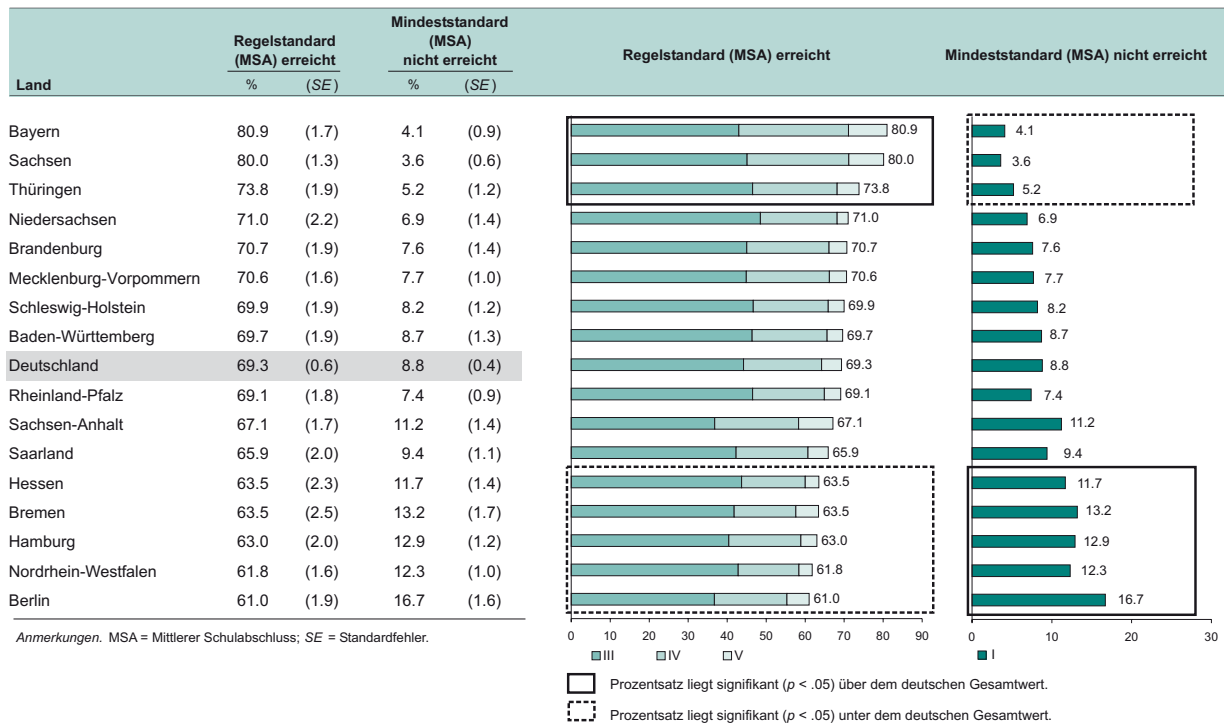
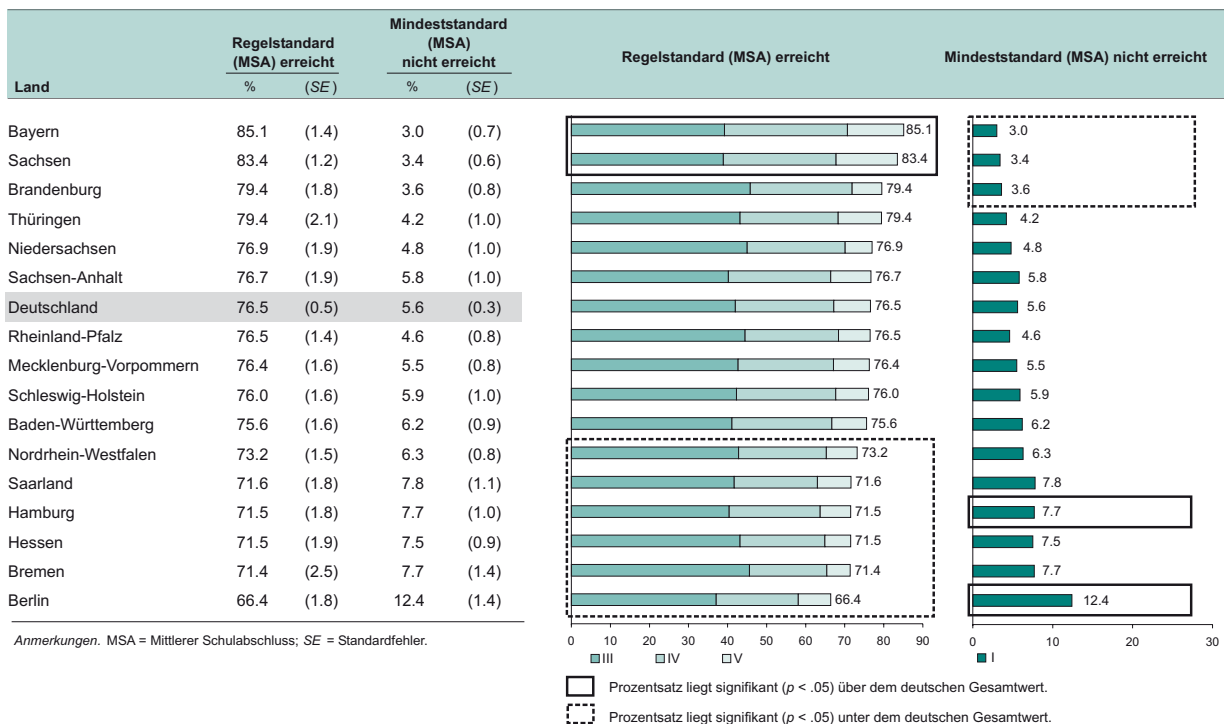


Abbildung 5.12: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Mindeststandard nicht erreichen



weise Bayern, Brandenburg, Sachsen und Thüringen (*Erkenntnisgewinnung*) ermittelten Anteile aus.

Die Abbildungen 5.11 und 5.12 zeigen Ergebnisse zur Kompetenzstufenbesetzung für Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* des Fachs Physik für das Jahr 2018. Für das Erreichen des Regelstandards beträgt die Differenz zwischen dem höchsten Landeswert (Bayern) und dem niedrigsten Landeswert (Berlin) 20 Prozentpunkte (*Fachwissen*) beziehungsweise 19 Prozentpunkte (*Erkenntnisgewinnung*). Etwas geringer ausgeprägt ist auch hier die Differenz für die prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard verfehlen. Hier liegen im Bereich *Fachwissen* zwischen dem geringsten (Sachsen) und dem höchsten Landeswert (Berlin) 13 Prozentpunkte und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zwischen dem geringsten (Bayern) und dem höchsten Landeswert (Berlin) 9 Prozentpunkte.

In Deutschland insgesamt erreichen 69 Prozent (*Fachwissen*) beziehungsweise knapp 77 Prozent (*Erkenntnisgewinnung*) der Schülerinnen und Schüler mindestens den Regelstandard im Fach Physik. Signifikant über dem deutschen Gesamtwert liegen die prozentualen Anteile der Jugendlichen, die mindestens den Regelstandard erreichen, in den Ländern Bayern und Sachsen sowie im Bereich *Fachwissen* zusätzlich in Thüringen. In Berlin, Bremen, Hamburg, Hessen und Nordrhein-Westfalen sowie im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zusätzlich im Saarland erreicht ein signifikant geringerer Anteil von Jugendlichen mindestens den Regelstandard als in Deutschland insgesamt.

Der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Physik den Mindeststandard verfehlen, beträgt in Deutschland insgesamt 9 Prozent (*Fachwissen*) beziehungsweise knapp 6 Prozent (*Erkenntnisgewinnung*). In Berlin und Hamburg in beiden Kompetenzbereichen sowie im Kompetenzbereich *Fachwissen* zusätzlich in Bremen, Hessen und Nordrhein-Westfalen liegt der Anteil dieser Gruppe signifikant über dem deutschen Gesamtwert. Signifikant geringer als der deutsche Gesamtwert fallen die ermittelten Anteile für Bayern, Sachsen und Thüringen (*Fachwissen*) beziehungsweise Bayern, Brandenburg und Sachsen aus.

5.2.2 Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern im Jahr 2018 für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien

Im Folgenden werden die Kompetenzstufenbesetzungen für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* in den drei naturwissenschaftlichen Fächern für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien dargestellt. Die Ergebnisse zur Kompetenzstufenbesetzung für alle Schülerinnen und Schüler, die die Allgemeine Hochschulreife anstreben, können auf der Website des IQB als Zusatzmaterial abgerufen werden (Abb. 5.16web–Abb. 5.21web).

Abbildung 5.13: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Biologie im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Optimalstandard erreichen

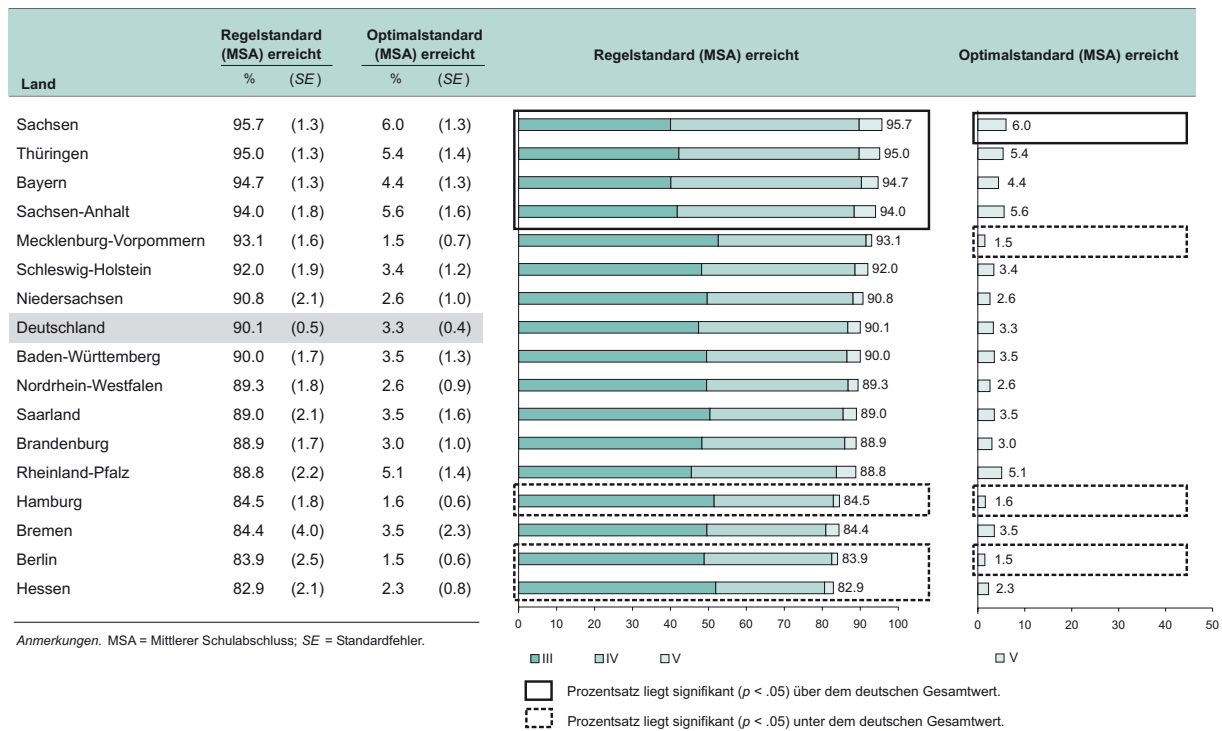
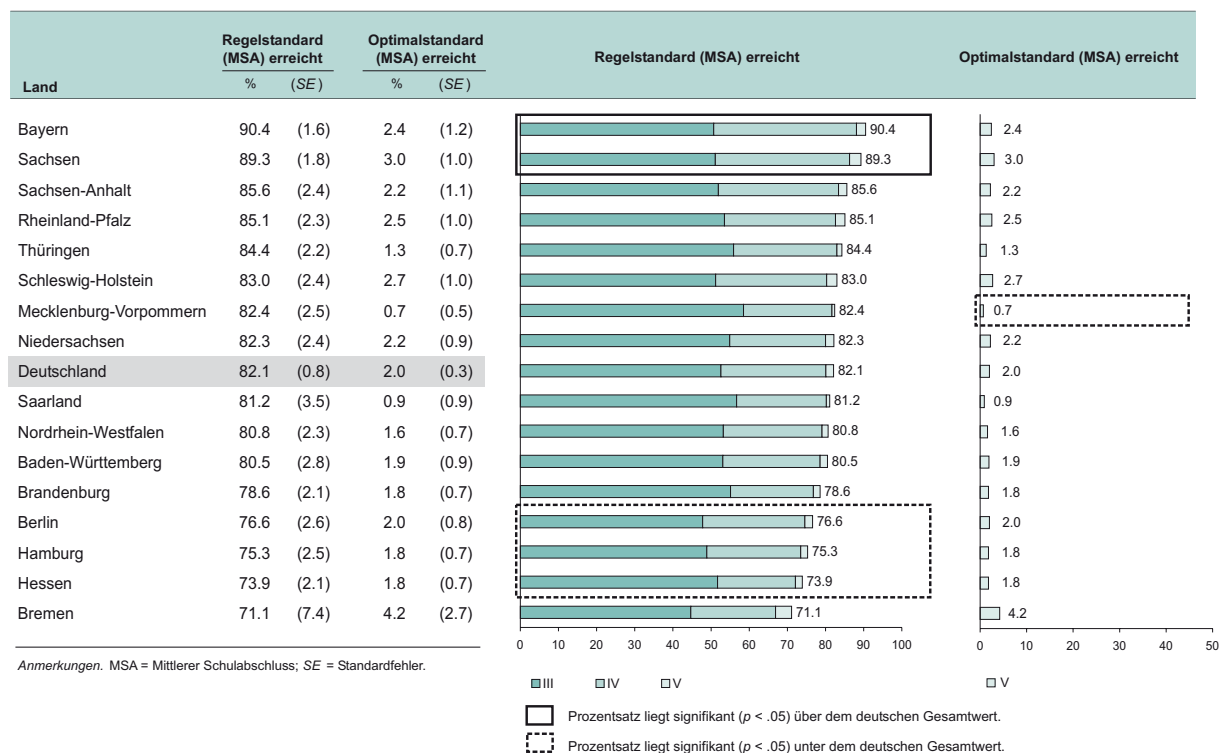


Abbildung 5.14: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Optimalstandard erreichen



In den Abbildungen 5.13 und 5.14 ist dargestellt, wie sich die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die das Gymnasium besuchen, im Fach Biologie in den beiden Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* auf die Kompetenzstufen verteilen. Diese Abbildungen sind ähnlich strukturiert wie die grafischen Darstellungen des vorherigen Abschnitts, sie verschieben jedoch den Fokus vom Mindeststandard auf den Optimalstandard, da an Gymnasien der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die sehr geringe Leistungen erzielen, im Allgemeinen niedrig ist, während der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die über ein besonders hohes Leistungspotenzial verfügen, vergleichsweise hoch sein sollte. Anstelle des prozentualen Anteils der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die den Mindeststandard verfehlen, wird berichtet, inwieweit an Gymnasien die Optimalstandards erreicht werden.

Am Gymnasium ist der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Biologie mindestens den Regelstandard erreichen, relativ hoch. In Deutschland insgesamt liegt der Anteil dieser Schülergruppe bei insgesamt 90 Prozent (*Fachwissen*) beziehungsweise 82 Prozent (*Erkenntnisgewinnung*). Auf Ebene der einzelnen Länder ähneln die Befunde dem Muster, das auch für die Gesamtpopulation der Schülerinnen und Schüler festgestellt wurde. Für die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten wurde der höchste Landeswert in Sachsen (*Fachwissen*) beziehungsweise Bayern (*Erkenntnisgewinnung*) und der niedrigste Landeswert in Hessen (*Fachwissen*) beziehungsweise Bremen (*Erkenntnisgewinnung*) festgestellt. Während in Sachsen knapp 96 Prozent der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien mindestens den Regelstandard im Bereich *Fachwissen* erreichen, gelingt dies nur 83 Prozent der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in Hessen; die Anteile dieser beiden Länder unterscheiden sich um rund 13 Prozentpunkte. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* liegen zwischen Bayern als Land mit dem höchsten Wert (90 %) und Bremen als Land mit dem niedrigsten Wert (71 %) 19 Prozentpunkte. Für Bayern und Sachsen sowie im Kompetenzbereich *Fachwissen* zusätzlich für Sachsen-Anhalt und Thüringen sind die ermittelten Anteile der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die mindestens den Regelstandard erreichen, signifikant höher als der deutsche Gesamtwert. In Berlin, Hamburg und Hessen fällt der Anteil dieser Schülergruppe hingegen signifikant geringer aus als der deutsche Gesamtwert.

Ein etwas anderes Bild zeigt sich für die Prozentsätze, die in den einzelnen Ländern für das Erreichen des Optimalstandards festzustellen sind. Bundesweit erreichen nur 3 Prozent (*Fachwissen*) beziehungsweise 2 Prozent (*Erkenntnisgewinnung*) der Schülerinnen und Schüler am Gymnasium den Optimalstandard. Entsprechend gering sind auch die Unterschiede zwischen dem höchsten und dem geringsten Landeswert. Im Bereich *Fachwissen* liegt nur der für Sachsen ermittelte Prozentsatz signifikant über dem deutschen Gesamtwert, während die für Berlin, Hamburg und Mecklenburg-Vorpommern identifizierten Anteile signifikant unter dem deutschen Mittelwert liegen. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* fällt der Anteil keines Landes signifikant höher aus als der deutsche Gesamtwert. Der für Mecklenburg-Vorpommern ermittelte Prozentsatz liegt dagegen signifikant unter dem deutschen Mittelwert.

Abbildung 5.15: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Chemie im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Optimalstandard erreichen

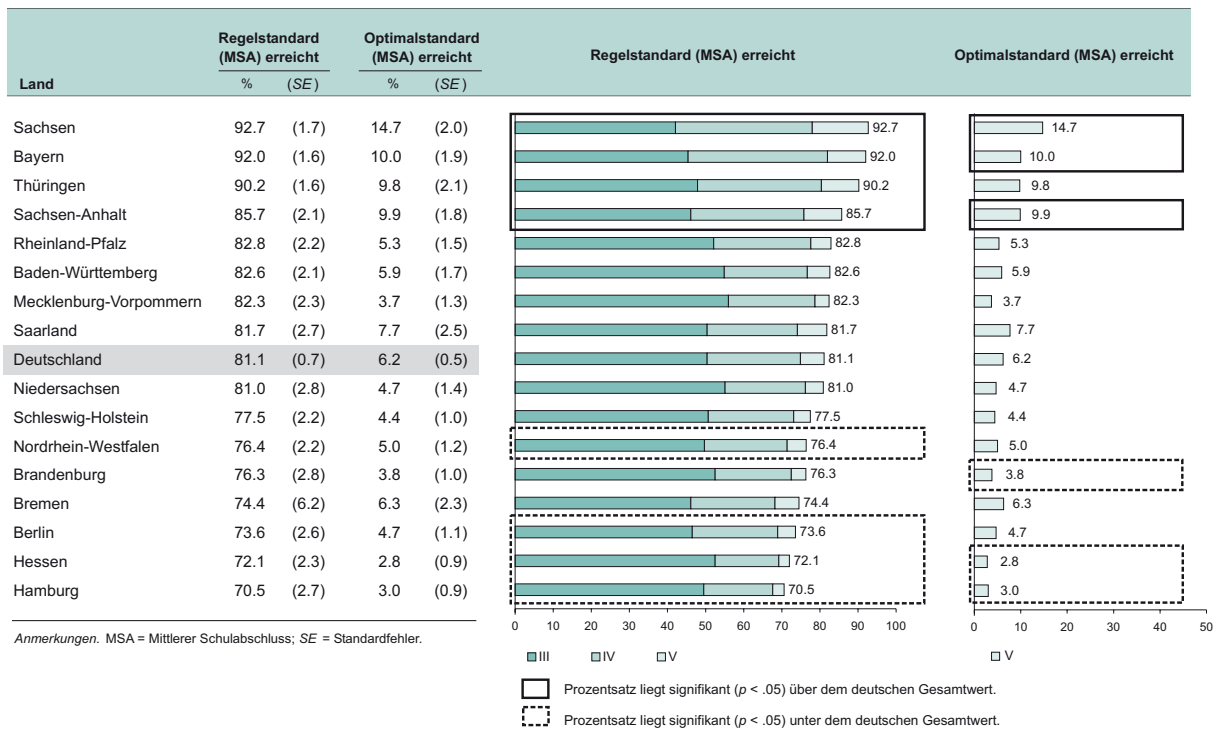
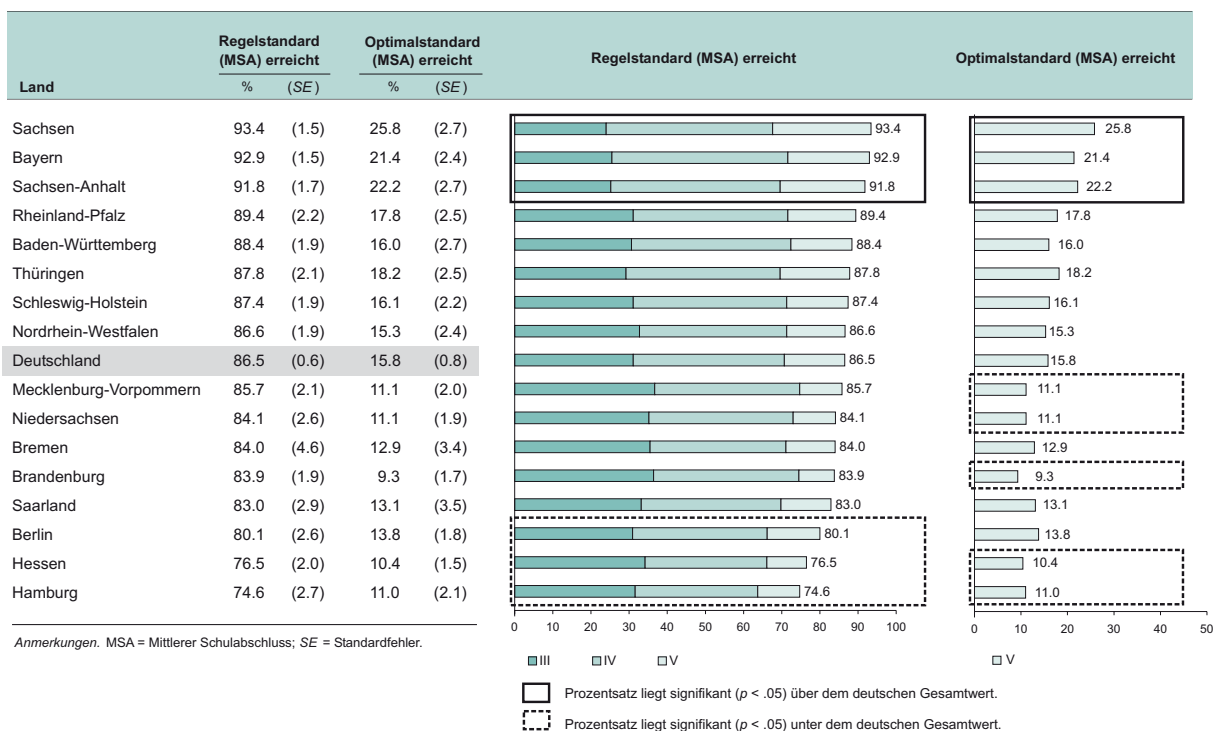


Abbildung 5.16: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Optimalstandard erreichen



Die Ergebnisse für die beiden Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* des Fachs Chemie zeigen die Abbildungen 5.15 und 5.16. Am Gymnasium beträgt der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler, die in Deutschland insgesamt mindestens den Regelstandard erreichen, 81 Prozent (*Fachwissen*) beziehungsweise knapp 87 Prozent (*Erkenntnisgewinnung*). Für beide Kompetenzbereiche sind die höchsten Landeswerte in Sachsen und die geringsten in Hamburg festzustellen, was einer Differenz von 22 Prozentpunkten (*Fachwissen*) beziehungsweise 19 Prozentpunkten (*Erkenntnisgewinnung*) entspricht.

Am Gymnasium liegen die für Bayern, Sachsen und Sachsen-Anhalt sowie im Bereich *Fachwissen* zusätzlich die für Thüringen ermittelten Anteile der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard erreichen, signifikant über dem deutschen Gesamtwert. In Berlin, Hamburg und Hessen sowie im Bereich *Fachwissen* zusätzlich in Nordrhein-Westfalen fällt der Anteil dieser Schülergruppe hingegen signifikant geringer aus als in Deutschland insgesamt.

Im Fach Chemie erreichen mehr Schülerinnen und Schüler am Gymnasium den Optimalstandard als im Fach Biologie (*Fachwissen*: 6 %, *Erkenntnisgewinnung*: 16 %). Auch die Heterogenität zwischen den Ländern ist größer. So beträgt die Spannweite zwischen Sachsen mit dem höchsten und Hessen (*Fachwissen*) beziehungsweise Brandenburg (*Erkenntnisgewinnung*) mit dem jeweils geringsten Anteil 12 Prozentpunkte (*Fachwissen*) beziehungsweise 17 Prozentpunkte (*Erkenntnisgewinnung*). Signifikant über dem deutschen Gesamtwert liegen die Anteile in Bayern, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Der für Brandenburg, Hamburg und Hessen sowie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zusätzlich für Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen ermittelte Prozentsatz liegt dagegen signifikant unter dem deutschen Mittelwert.

Abbildung 5.17: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Physik im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Optimalstandard erreichen

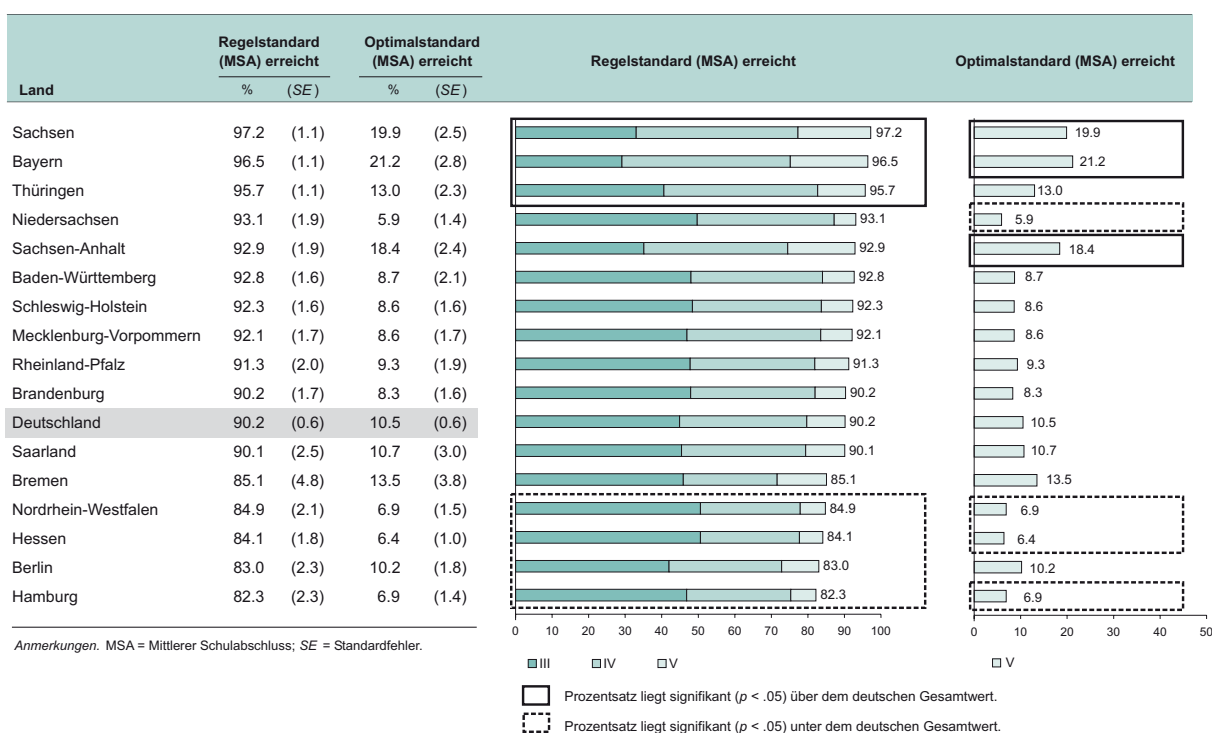
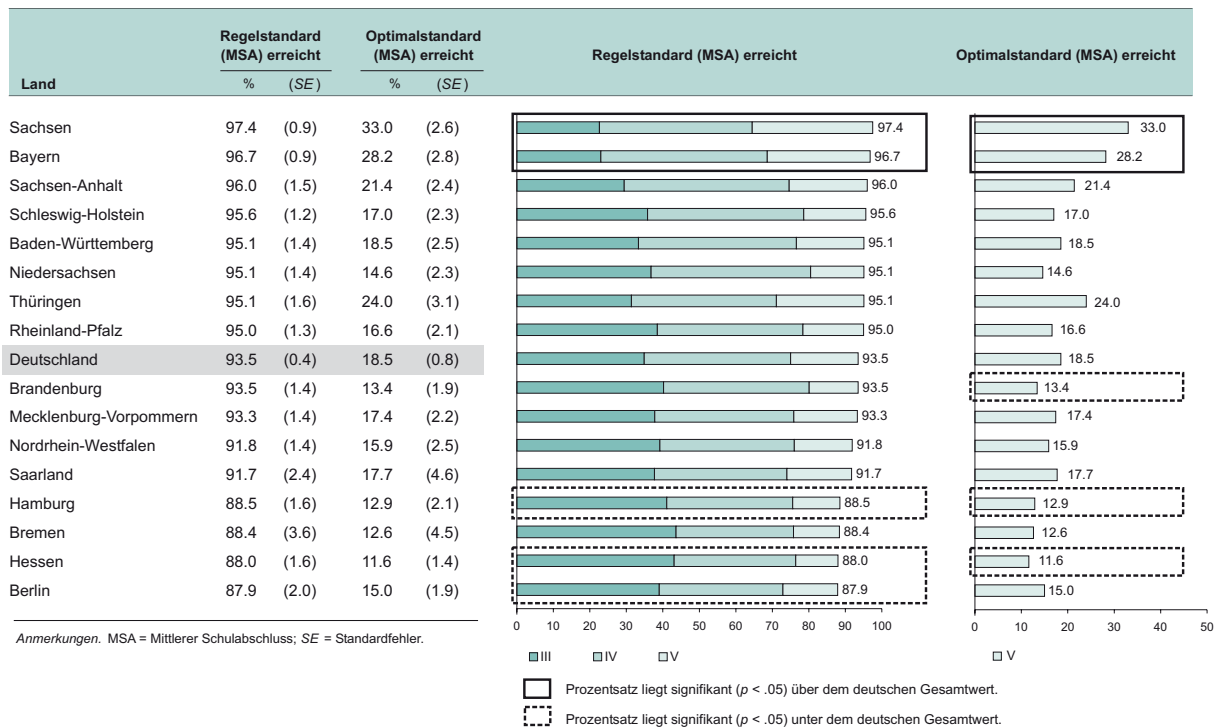


Abbildung 5.18: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik im Jahr 2018 den Regelstandard erreichen oder übertreffen bzw. den Optimalstandard erreichen



Die Abbildungen 5.17 und 5.18 zeigen schließlich die Ergebnisse für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* des Fachs Physik. Am Gymnasium beträgt der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard erreichen, 90 Prozent (*Fachwissen*) beziehungsweise knapp 94 Prozent (*Erkenntnisgewinnung*). Die Differenz zwischen dem höchsten (Sachsen) und dem geringsten (Hamburg bzw. Berlin) Landeswert beträgt 15 Prozentpunkte (*Fachwissen*) beziehungsweise knapp 10 Prozentpunkte (*Erkenntnisgewinnung*).

Am Gymnasium liegen die für Bayern und Sachsen sowie im Kompetenzbereich *Fachwissen* zusätzlich für Thüringen ermittelten Anteile derjenigen, die mindestens den Regelstandard erreichen, signifikant über dem deutschen Gesamtwert. In Berlin, Hamburg und Hessen sowie im Kompetenzbereich *Fachwissen* zusätzlich in Nordrhein-Westfalen fällt der Anteil dieser Schülergruppe signifikant geringer aus als der deutsche Gesamtwert.

In Deutschland insgesamt erreichen knapp 11 Prozent (*Fachwissen*) beziehungsweise knapp 19 Prozent (*Erkenntnisgewinnung*) der Schülerinnen und Schüler am Gymnasium den Optimalstandard. Im Kompetenzbereich *Fachwissen* beträgt die Spannweite zwischen Bayern mit dem höchsten und Niedersachsen mit dem geringsten Anteil 15 Prozentpunkte. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ist die Spannweite größer; zwischen Sachsen mit dem höchsten und Hessen mit dem geringsten Anteil liegen 21 Prozentpunkte. Signifikant über dem deutschen Gesamtwert liegen die Anteile für Bayern und Sachsen sowie im Kompetenzbereich *Fachwissen* zusätzlich für Sachsen-Anhalt. Der für Hamburg, Hessen, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen (*Fachwissen*) beziehungsweise Brandenburg, Hamburg und Hessen (*Erkenntnisgewinnung*) ermittelte Prozentsatz ist dagegen signifikant kleiner als der deutsche Mittelwert.

5.2.3 Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern für die Jahre 2012 und 2018 im Vergleich

Im folgenden Abschnitt wird berichtet, wie sich die Kompetenzstufenbesetzungen in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* für die drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik zwischen 2012 und 2018 verändert haben. Für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben, werden die Veränderungen wiederum sowohl bezogen auf das Erreichen der Regelstandards als auch auf das Verfehlen der Mindeststandards betrachtet. Die entsprechenden Ergebnisse sind in den Abbildungen 5.19 und 5.20 (Biologie), 5.21 und 5.22 (Chemie), sowie 5.23 und 5.24 (Physik) dargestellt.

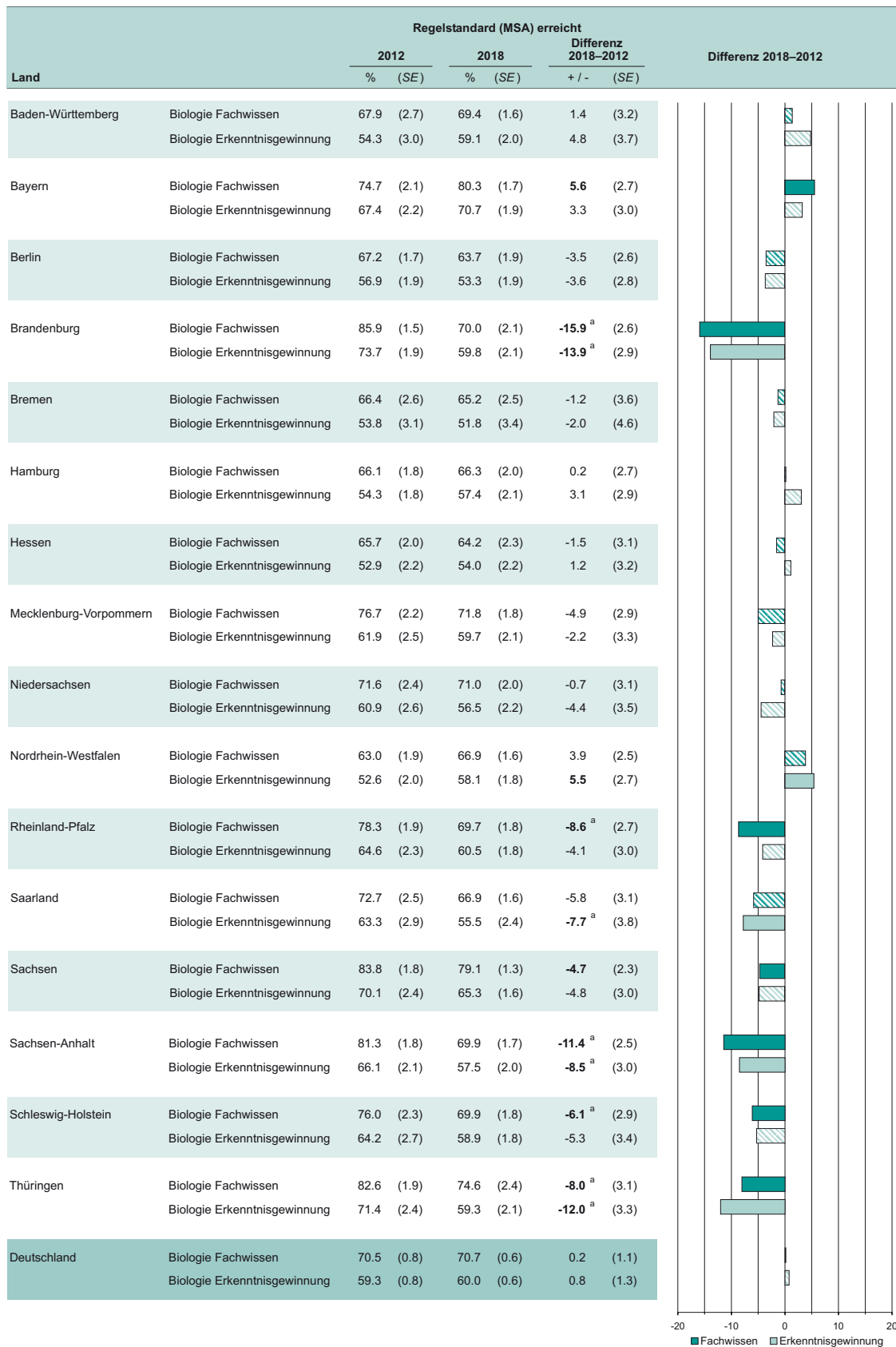
In der Tabelle zu Abbildung 5.19 ist sowohl für Deutschland insgesamt als auch für jedes einzelne Land und – jeweils in einer separaten Zeile – für die beiden Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* des Fachs Biologie aufgeführt, wie hoch der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler ausfällt, die in den Jahren 2012 und 2018 mindestens den Regelstandard erreicht haben. Zu diesen Prozentsätzen werden auch die entsprechenden Standardfehler (*SE*) berichtet. In der rechten Spalte der Tabelle sind die Differenzen zwischen den Prozentangaben für 2018 und 2012 sowie die Standardfehler dieser Differenzen ausgewiesen, deren Berechnung in Kapitel 13 erläutert wird. Positive Differenzwerte zeigen eine Verbesserung an, das heißt, die Regelstandards wurden im Jahr 2018 von mehr Schülerinnen und Schülern erreicht als im Jahr 2012. Negative Werte bilden hingegen eine ungünstige Entwicklung ab, das heißt, die Regelstandards wurden im Jahr 2018 von weniger Schülerinnen und Schülern erreicht als im Jahr 2012. Das Balkendiagramm im rechten Teil der Abbildung dient zum einen der zusätzlichen grafischen Darstellung der Differenzen, wobei ein nach rechts ausgerichteter Balken eine Erhöhung und ein nach links ausgerichteter Balken eine Reduzierung des Anteils der Schülerinnen und Schüler darstellt, die im betreffenden Kompetenzbereich mindestens den Regelstandard erreichen. Zum anderen wird im Balkendiagramm ausgewiesen, ob die jeweils ermittelten Differenzen statistisch signifikant ($p < .05$) von Null abweichen (vollständig ausgefüllter Balken) oder nicht (schraffierter Balken). An dieser Stelle geht es also nicht um den Vergleich der Ergebnisse eines bestimmten Landes mit dem deutschen Gesamtwert, sondern die statistische Signifikanzprüfung bezieht sich auf die Frage, ob die für ein Land ermittelten Unterschiede zwischen 2012 und 2018 statistisch bedeutsam sind.

Abbildung 5.19 zeigt zunächst für Deutschland insgesamt, dass der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Biologie mindestens den Regelstandard erreichen, im Jahr 2018 für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* nahezu gleich groß ist wie im Jahr 2012. Über alle Länder hinweg betrachtet ist das Ergebnis über diesen Zeitraum also stabil geblieben.

Innerhalb der Länder zeigt sich für den Kompetenzbereich *Fachwissen* ein statistisch signifikanter positiver Trend lediglich für Bayern (+6 Prozentpunkte), eine signifikante Verringerung des Anteils hingegen für die Länder Brandenburg (–16 Prozentpunkte), Rheinland-Pfalz (–9 Prozentpunkte), Sachsen (–5 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (–11 Prozentpunkte), Schleswig-Holstein (–6 Prozentpunkte) und Thüringen (–8 Prozentpunkte).

Für den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* ist ein statistisch signifikanter positiver Trend lediglich für Nordrhein-Westfalen (+6 Prozentpunkte) festzustellen, eine signifikante Verringerung des Anteils der Jugendlichen, die

Abbildung 5.19: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie den Regelstandard erreichen oder übertreffen



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen.
MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

den Regelstandard erreichen ergibt sich hingegen für die Länder Brandenburg (–14 Prozentpunkte), Saarland (–8 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (–9 Prozentpunkte) und Thüringen (–12 Prozentpunkte).

Abbildung 5.20 zeigt, wie sich die Anteile der Jugendlichen, die den Mindeststandard nicht erreichen, in den beiden Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie zwischen 2012 und 2018 verändert haben. Anders als in der vorherigen Abbildung kennzeichnen hier *negative* Differenzwerte eine Verbesserung, das heißt, die Mindeststandards wurden im Jahr 2018 von *weniger* Schülerinnen und Schülern *nicht* erreicht als im Jahr 2012. Positive Werte bilden hingegen eine ungünstige Entwicklung ab, das heißt, der Anteil von Jugendlichen, die den Mindeststandard im Jahr 2018 nicht erreicht haben, hat sich seit dem Jahr 2012 erhöht.

Aus Abbildung 5.20 geht hervor, dass sich in Deutschland insgesamt die Anteile der Schülerinnen und Schüler, die im Fach Biologie den Mindeststandard nicht erreichen, in beiden Kompetenzbereichen zwischen den Jahren 2012 und 2018 nicht statistisch bedeutsam verändert haben, sondern stabil geblieben sind.

Auch innerhalb der Länder fallen die Unterschiede zwischen 2012 und 2018 nur gering aus. Im Kompetenzbereich *Fachwissen* hat sich lediglich in Bayern (–4 Prozentpunkte) der Anteil an Schülerinnen und Schülern, die den Mindeststandard nicht erreichen, signifikant verringert. Ein signifikant höherer Anteil an Schülerinnen und Schülern, die den Mindeststandard nicht erreichen, ist dagegen in den Ländern Brandenburg (+4 Prozentpunkte), Rheinland-Pfalz (+3 Prozentpunkte) und Sachsen-Anhalt (+4 Prozentpunkte) zu beobachten.

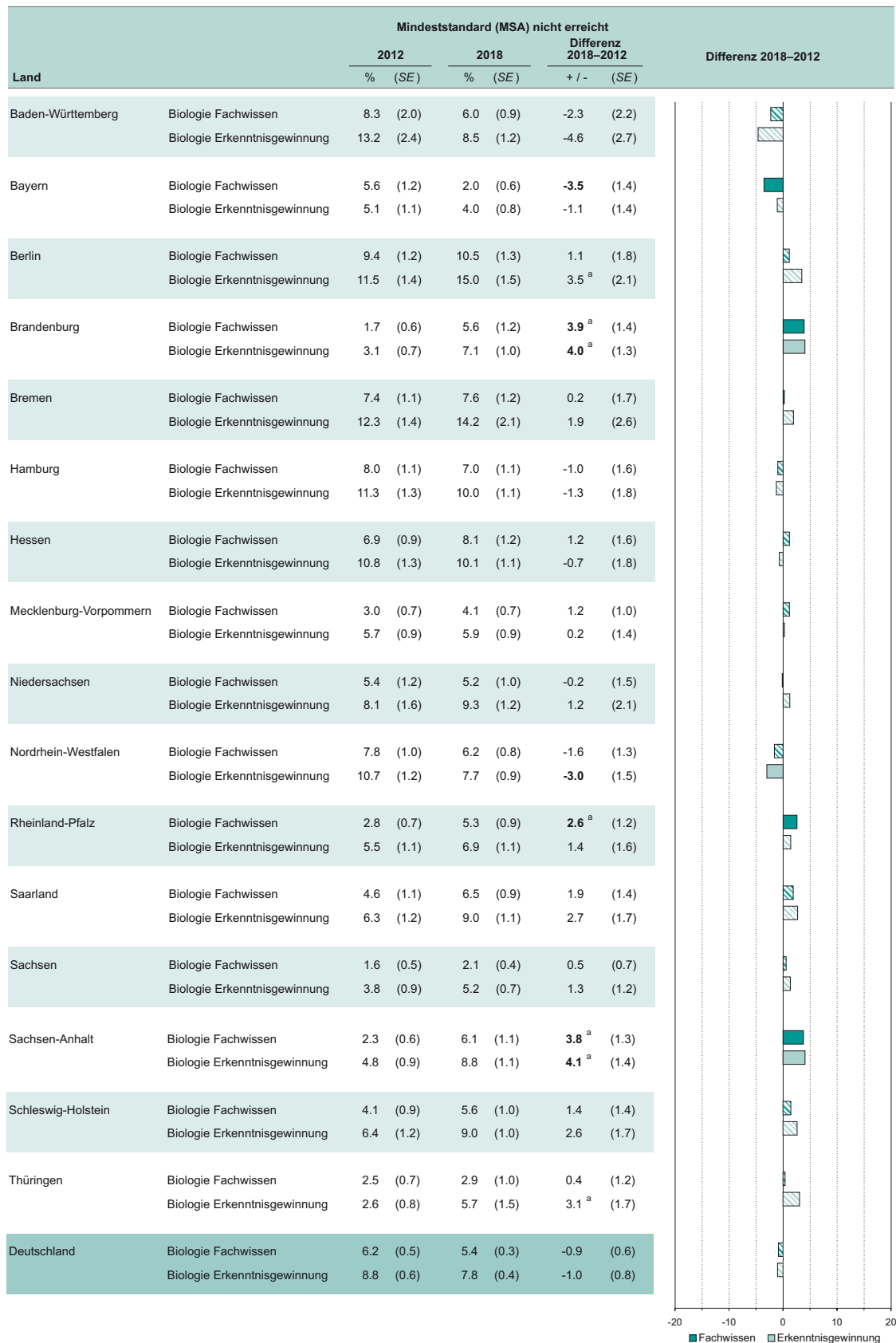
Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* hat sich nur in Nordrhein-Westfalen (–3 Prozentpunkte) der Anteil an Schülerinnen und Schülern, die den Mindeststandard nicht erreichen, signifikant verringert. Signifikant gestiegen ist der Anteil dieser Schülergruppe in den Ländern Brandenburg und Sachsen-Anhalt (jeweils +4 Prozentpunkte).

Die in Abbildung 5.21 dargestellten Ergebnisse veranschaulichen die Trends für das Erreichen der Regelstandards im Fach Chemie. Statistisch bedeutsame Veränderungen zeigen sich hier zwar nicht für Deutschland insgesamt, aber durchaus für verschiedene Länder, wobei insbesondere ungünstige Veränderungen auftreten. Ein bedeutsamer positiver Trend ist dagegen in keinem Land zu verzeichnen.

In acht Ländern ist im Kompetenzbereich *Fachwissen* der Anteil an Schülerinnen und Schülern, die mindestens den Regelstandard erreichen, im Jahr 2018 geringer ausgeprägt als im Jahr 2012, nämlich in den Ländern Berlin (–6 Prozentpunkte), Brandenburg (–19 Prozentpunkte), Mecklenburg-Vorpommern (–8 Prozentpunkte), Rheinland-Pfalz (–7 Prozentpunkte), Saarland (–7 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (–19 Prozentpunkte), Schleswig-Holstein (–9 Prozentpunkte) und Thüringen (–13 Prozentpunkte).

Auch für den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* sind in sieben Ländern signifikant negative Trends festzustellen. Dies umfasst die Länder Brandenburg (–14 Prozentpunkte), Rheinland-Pfalz (–6 Prozentpunkte), Saarland (–7 Prozentpunkte), Sachsen (–7 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (–9 Prozentpunkte), Schleswig-Holstein (–7 Prozentpunkte) und Thüringen (–11 Prozentpunkte).

Abbildung 5.20: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie den Mindeststandard nicht erreichen



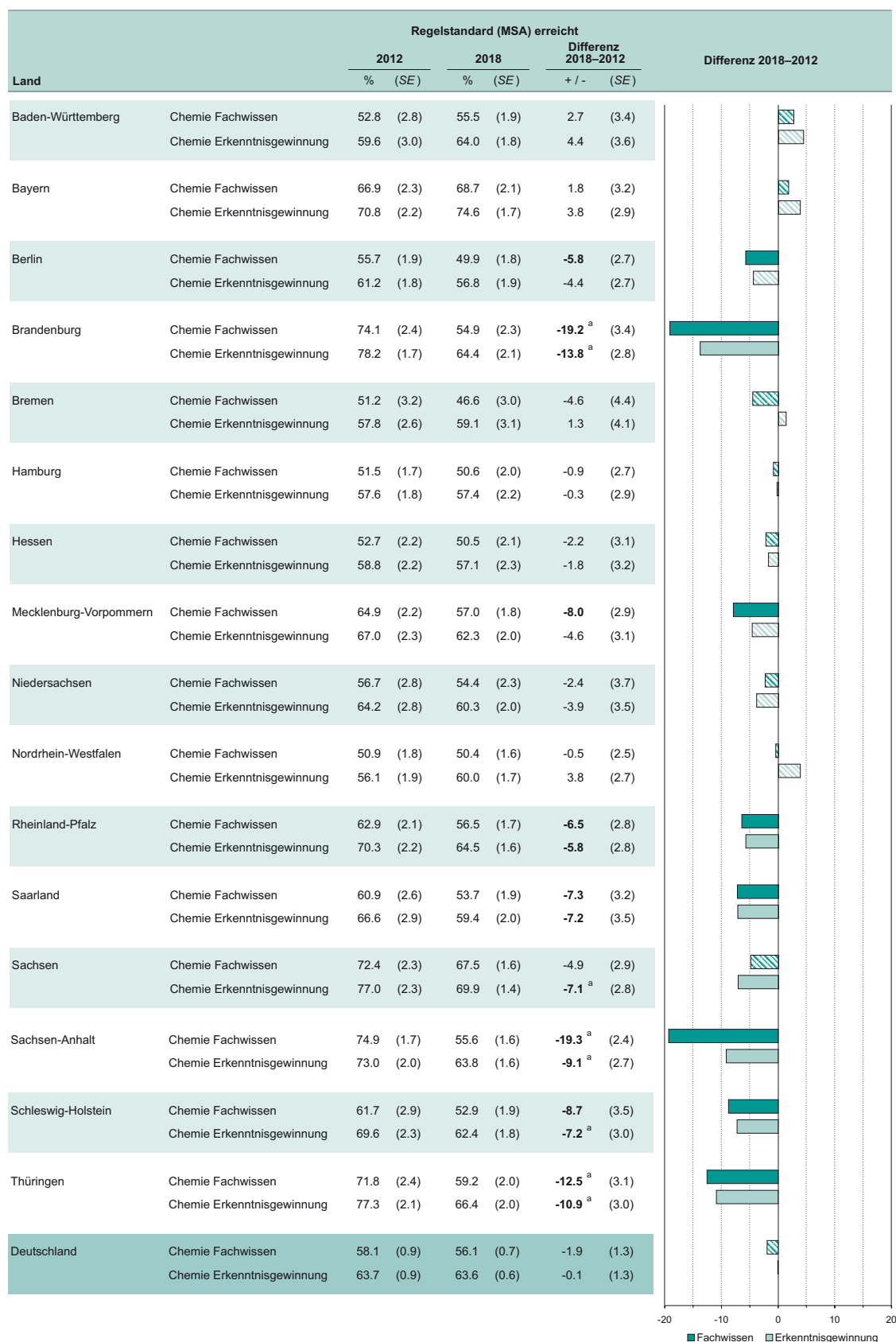
Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen.

MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 5.21: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie den Regelstandard erreichen oder übertreffen



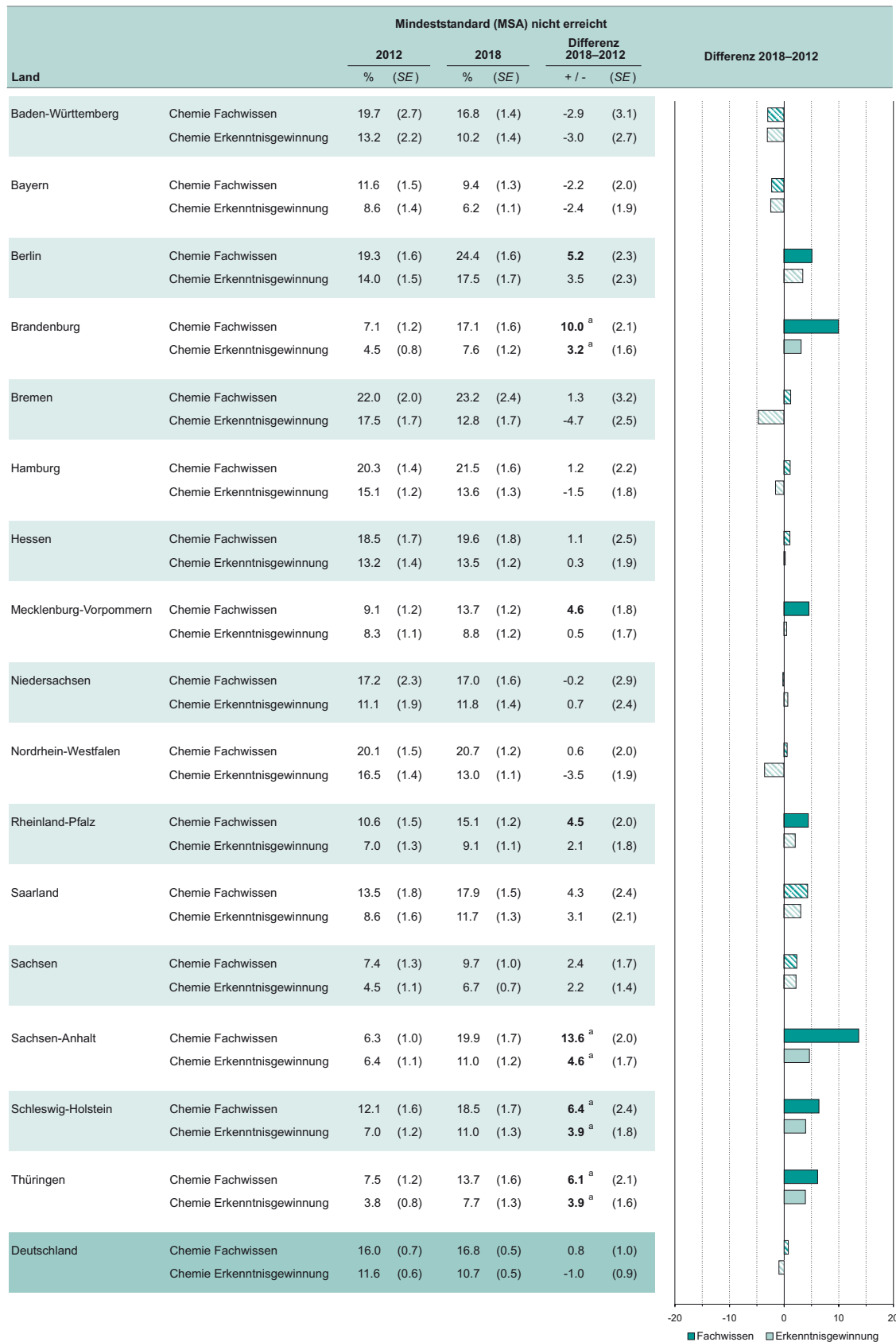
Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen.

MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 5.22: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie den Mindeststandard nicht erreichen



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen.

MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Ein ähnliches Bild zeigt Abbildung 5.22 für die Ergebnisse des Trends bezogen auf das Verfehlen des Mindeststandards für das Fach Chemie: Für Deutschland insgesamt ergeben sich keine statistisch bedeutsamen Veränderungen; für einzelne Länder sind hingegen ungünstige Trends festzustellen.

Im Kompetenzbereich *Fachwissen* ist der Anteil an Schülerinnen und Schülern, die im Fach Chemie den Mindeststandard nicht erreichen, zwischen den Jahren 2012 und 2018 in den Ländern Berlin (+5 Prozentpunkte), Brandenburg (+10 Prozentpunkte), Mecklenburg-Vorpommern (+5 Prozentpunkte), Rheinland-Pfalz (+5 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (+14 Prozentpunkte), Schleswig-Holstein (+6 Prozentpunkte) und Thüringen (+6 Prozentpunkte) signifikant gestiegen.

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* hat sich der Anteil von Schülerinnen und Schülern, die den Mindeststandard nicht erreichen, in den Ländern Brandenburg (+3 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (+5 Prozentpunkte), Schleswig-Holstein (+4 Prozentpunkte) und Thüringen (+4 Prozentpunkte) signifikant erhöht.

Auch im Fach Physik (Abb. 5.23) zeigt der Vergleich der Anteile von Schülerinnen und Schülern, die im Jahr 2012 und im Jahr 2018 mindestens den Regelstandard erreichen, keine signifikanten Veränderungen für Deutschland insgesamt.

Innerhalb der Länder kann im Kompetenzbereich *Fachwissen* ebenfalls kein statistisch signifikanter positiver Trend nachgewiesen werden. Eine signifikante Verringerung des Anteils an Schülerinnen und Schülern, die mindestens den Regelstandard erreichen, zeigt sich hingegen für die Länder Brandenburg (−13 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (−14 Prozentpunkte) und Thüringen (−10 Prozentpunkte).

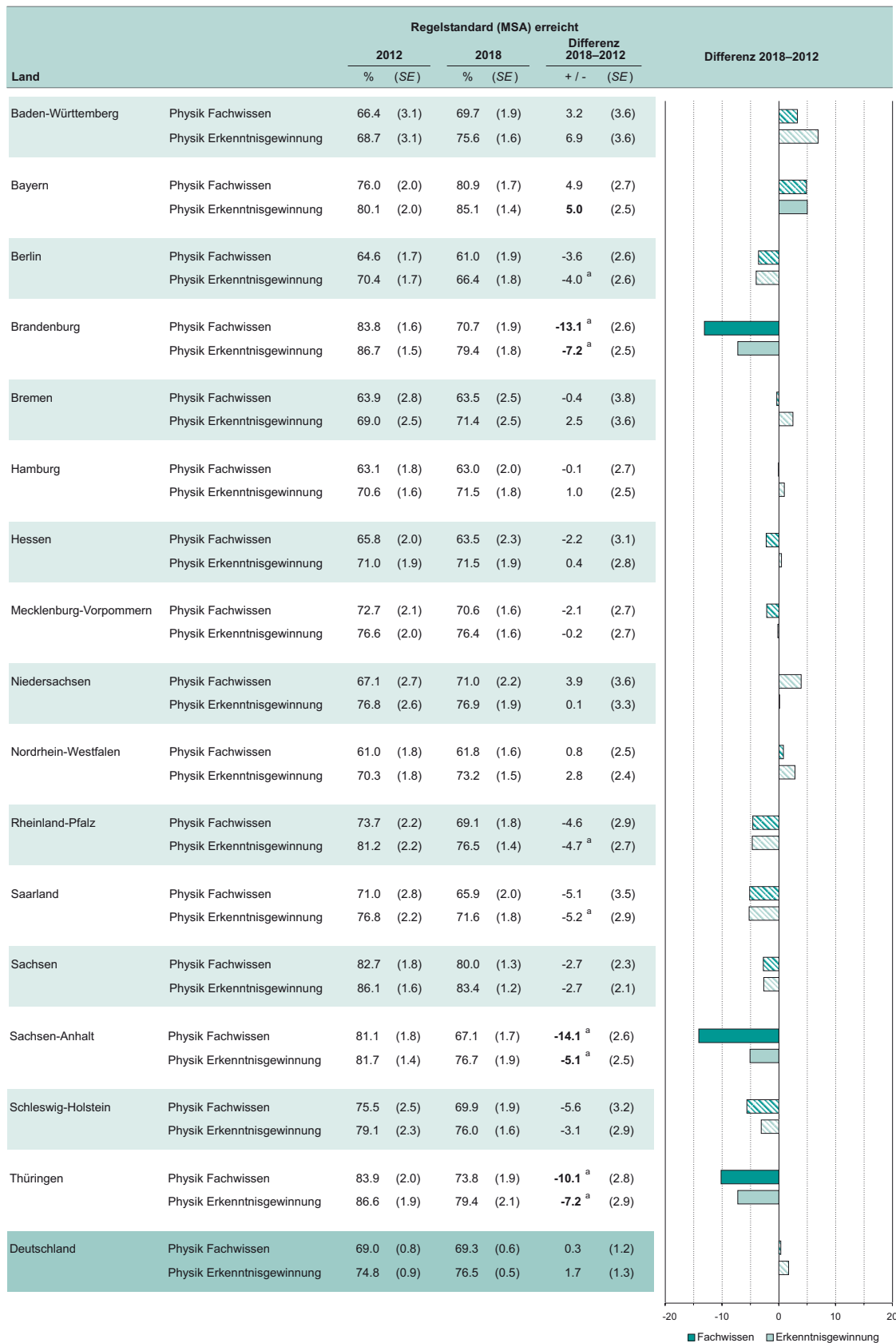
Für den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* ergibt sich nur für Bayern (+5 Prozentpunkte) ein signifikant positiver Trend. Signifikant geringere Anteile an Schülerinnen und Schülern, die mindestens den Regelstandard erreichen, sind im Jahr 2018 in Vergleich zum Jahr 2012 in den Ländern Brandenburg (−7 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (−5 Prozentpunkte) und Thüringen (−7 Prozentpunkte) zu verzeichnen.

Ebenfalls weitgehend stabil sind die in Abbildung 5.24 dargestellten Ergebnisse des Trends für das Verfehlen des Mindeststandards für das Fach Physik. Für Deutschland insgesamt sind in beiden Kompetenzbereichen zwischen den Jahren 2012 und 2018 keine statistisch bedeutsamen Veränderungen zu beobachten.

Im Kompetenzbereich *Fachwissen* kann nur für Bayern (−4 Prozentpunkte) eine signifikante Verringerung des Anteils an Schülerinnen und Schülern nachgewiesen werden, die den Mindeststandard nicht erreichen. Ein signifikant höherer Anteil an Schülerinnen und Schülern, die den Mindeststandard nicht erreichen, zeigt sich für die Länder Brandenburg (+5 Prozentpunkte) und Sachsen-Anhalt (+7 Prozentpunkte).

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* ergeben sich für kein Land signifikante Trends.

Abbildung 5.23: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik den Regelstandard erreichen oder übertreffen

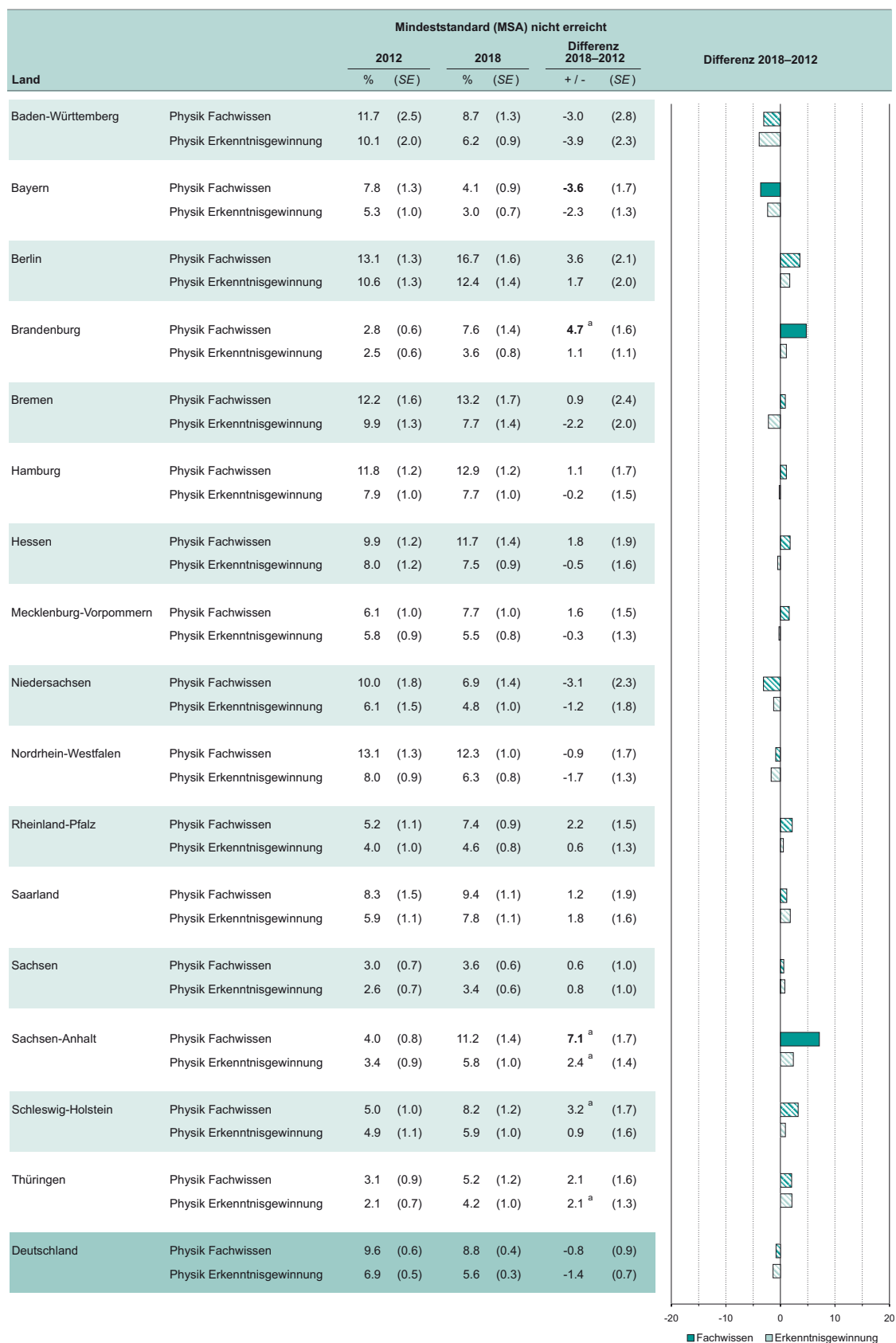


Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen. MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 5.24: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die den MSA anstreben und die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik den Mindeststandard nicht erreichen



5.2.4 Kompetenzstufenbesetzungen in den Ländern für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien für die Jahre 2012 und 2018 im Vergleich

Im folgenden Abschnitt wird nochmals nur für die Schulart Gymnasium berichtet, wie sich in den Ländern die Kompetenzstufenbesetzungen in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* für die drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Dieser Fragestellung wird wiederum sowohl bezogen auf das Erreichen der Regelstandards als auch der Optimalstandards nachgegangen. Die entsprechenden Ergebnisse sind in den Abbildungen 5.25 und 5.26 (Biologie), 5.27 und 5.28 (Chemie) sowie 5.29 und 5.30 (Physik) zu finden. Die Ergebnisse für alle Schülerinnen und Schüler, die die Allgemeine Hochschulreife oder die Fachhochschulreife anstreben, können auf der Website des IQB als Zusatzmaterial abgerufen werden (Abb. 5.24web–Abb. 5.35web). Die folgenden Abbildungen sind ähnlich strukturiert wie im vorherigen Abschnitt.

Abbildung 5.25 zeigt zunächst, dass sich in Deutschland insgesamt die Anteile der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien, die im Fach Biologie mindestens den Regelstandard erreichen, im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zwischen 2012 und 2018 nicht statistisch bedeutsam verändert haben. Für den Kompetenzbereich *Fachwissen* zeigt sich dagegen eine statistisch bedeutsame negative Veränderung, die aber recht klein ist (–2 Prozentpunkte).

Im Kompetenzbereich *Fachwissen* kann für kein Land ein signifikant positiver Trend nachgewiesen werden. In den Ländern Baden-Württemberg (–5 Prozentpunkte), Brandenburg (–7 Prozentpunkte) und Sachsen-Anhalt (–4 Prozentpunkte) fällt der Anteil an Schülerinnen und Schülern am Gymnasium, die mindestens den Regelstandard erreichen, im Jahr 2018 jedoch signifikant geringer aus als im Jahr 2012.

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* kann ebenfalls für kein Land ein signifikant positiver Trend nachgewiesen werden. Ein im Vergleich zum Jahr 2012 signifikant geringerer Anteil an Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die mindestens den Regelstandard erreichen, ist im Jahr 2018 nur in Brandenburg (–10 Prozentpunkte) zu beobachten.

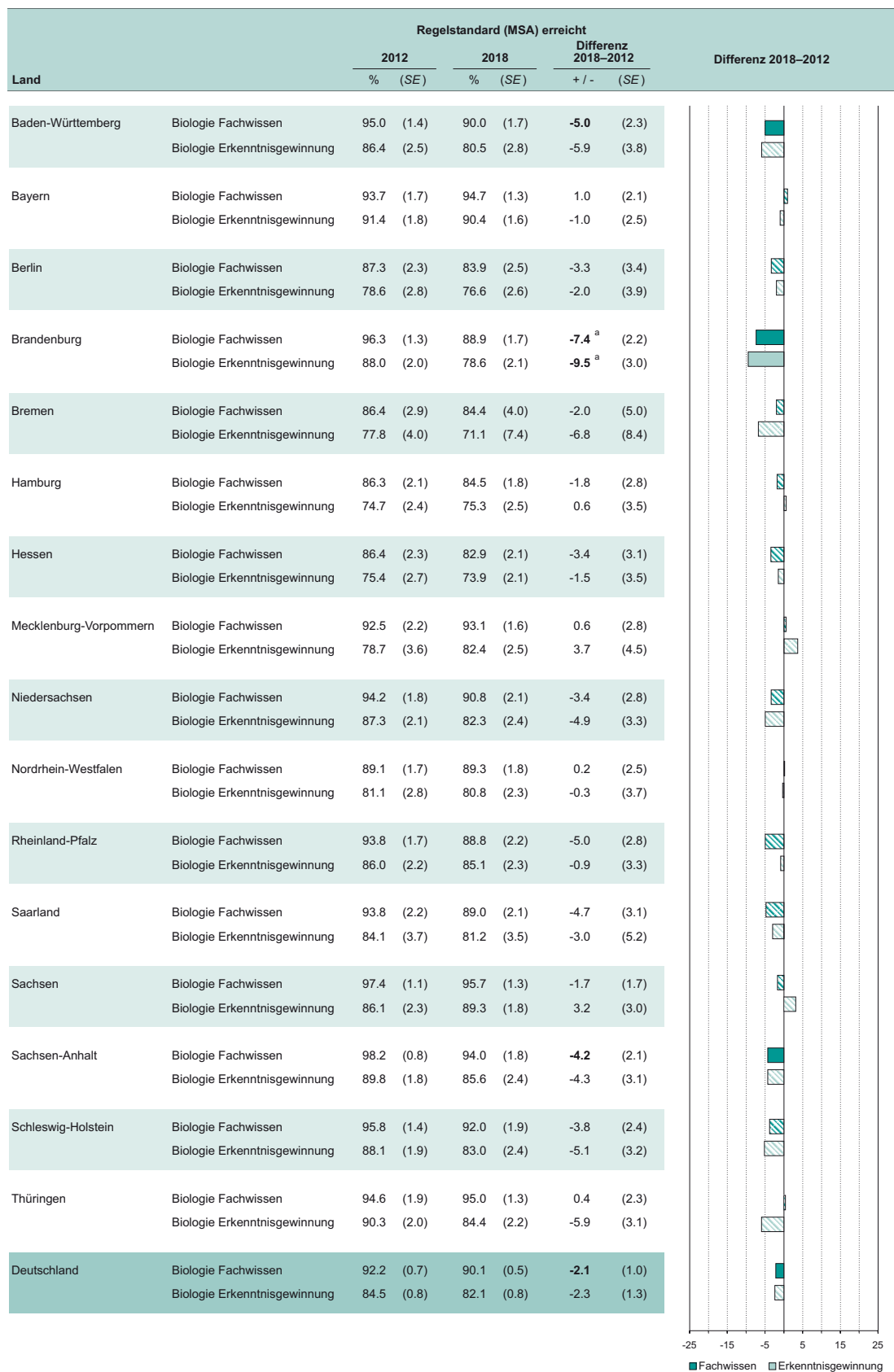
Weitgehend analog zu den in Abbildung 5.25 dargestellten Ergebnissen fallen die in Abbildung 5.26 berichteten Trends für das Erreichen des Optimalstandards an Gymnasien im Fach Biologie aus. Im Kompetenzbereich *Fachwissen* ist für Deutschland insgesamt ein zwar signifikanter, aber sehr kleiner negativer Trend (–1 Prozentpunkt) zu verzeichnen, und im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* liegt keine signifikante Veränderung vor.

Auch innerhalb der Länder kann im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Biologie kein signifikant positiver Trend für das Erreichen der Optimalstandards nachgewiesen werden. Signifikant geringer ist im Jahr 2018 im Vergleich zum Jahr 2012 der Anteil an Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die den Optimalstandard erreichen, dagegen in den Ländern Berlin, Hamburg (jeweils –3 Prozentpunkte) und Mecklenburg-Vorpommern (–4 Prozentpunkte).

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* kann im Fach Biologie für kein Land ein signifikanter Trend nachgewiesen werden.

Im Vergleich zum Fach Biologie fallen die in Abbildung 5.27 berichteten Veränderungen im Trend für das Fach Chemie größer aus und weisen dabei ebenfalls ausschließlich auf ungünstige Entwicklungen hin. In Deutschland insgesamt hat sich der Anteil der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien, die mindestens den Regelstandard erreichen, im Kompetenzbereich *Fachwissen* zwi-

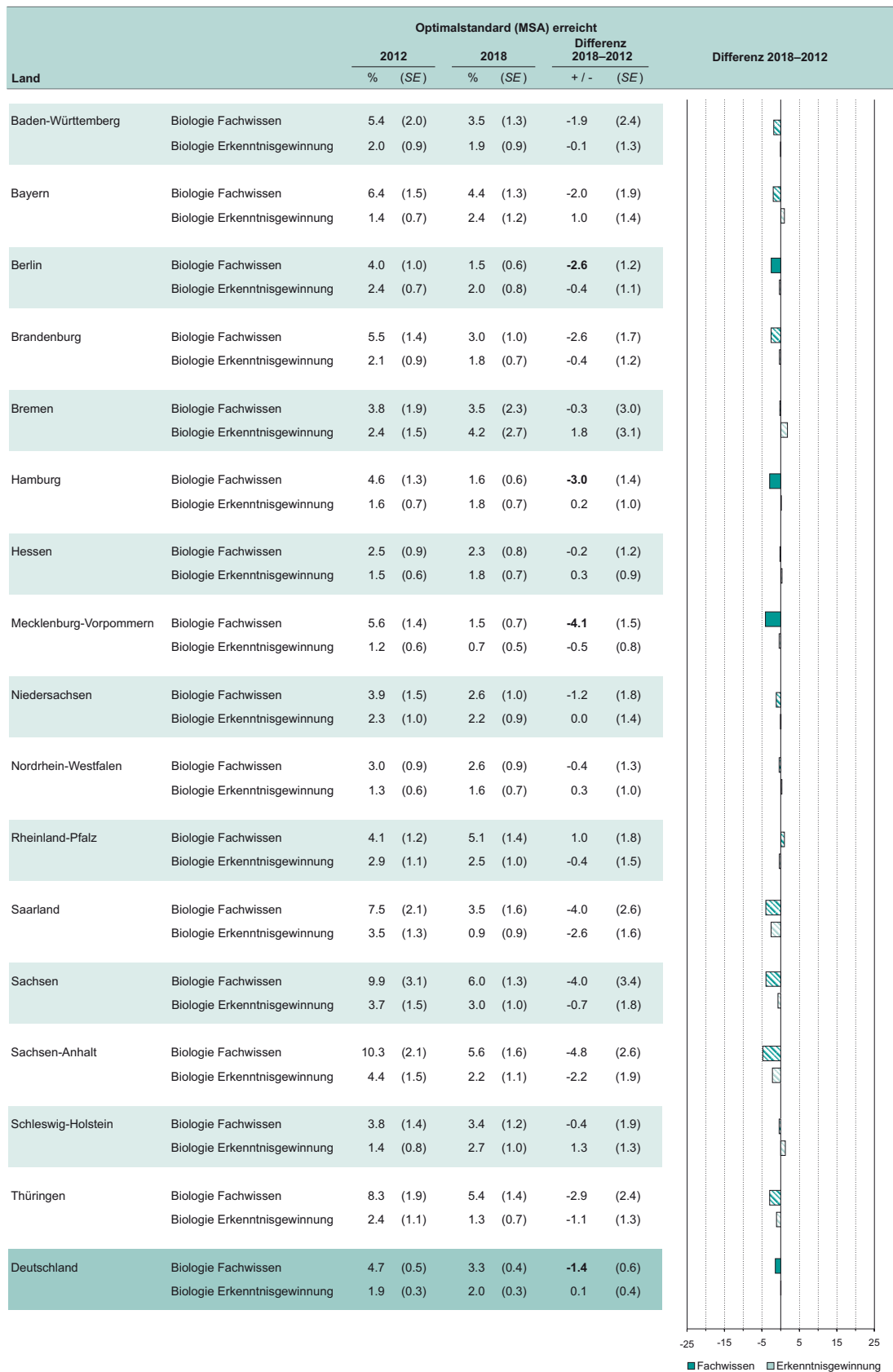
Abbildung 5.25: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie den Regelstandard erreichen oder übertreffen



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen. MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

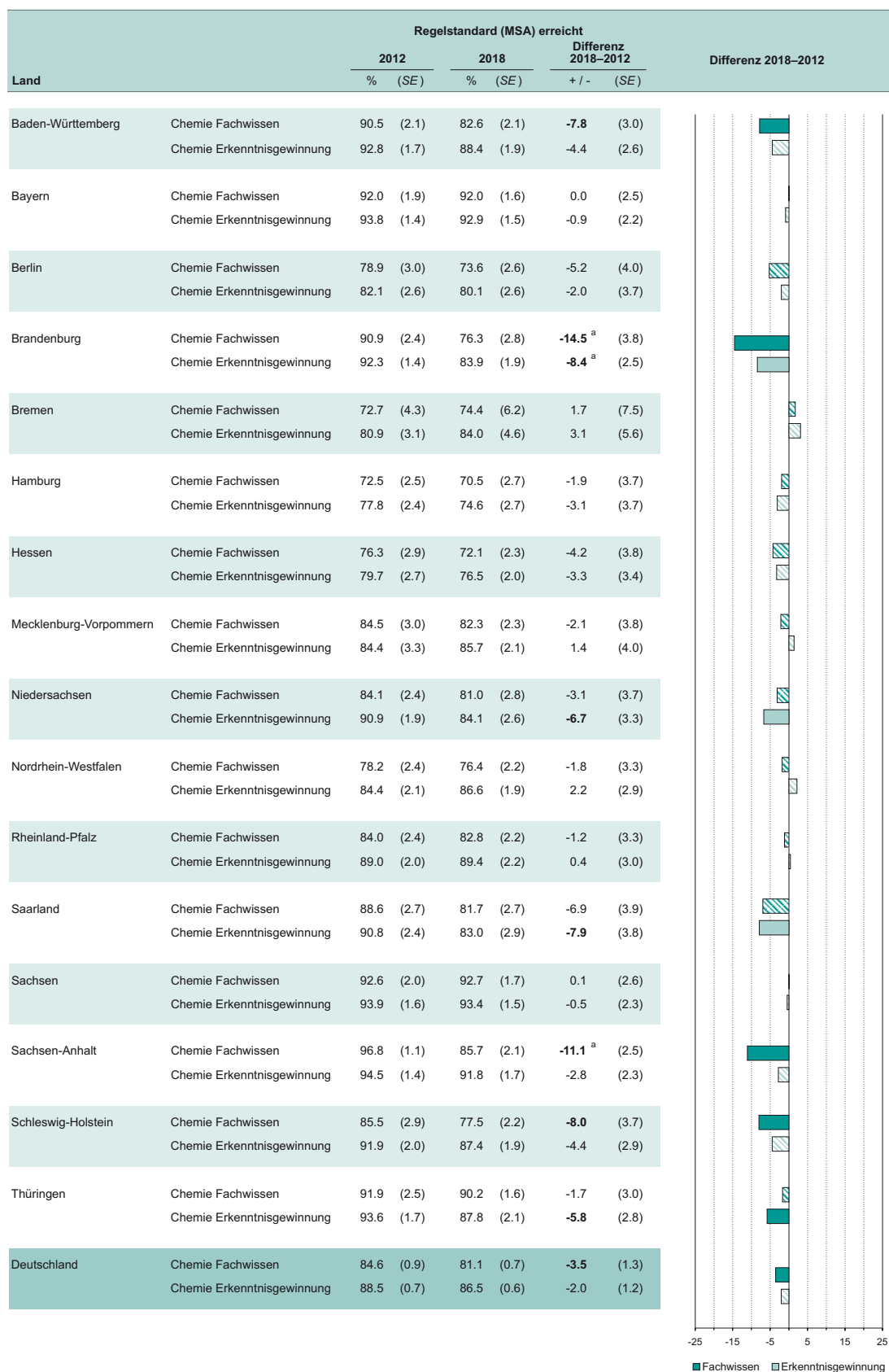
Abbildung 5.26: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie den Optimalstandard erreichen

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen. MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

* Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 5.27: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie den Regelstandard erreichen oder übertreffen



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen. MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

schen 2012 und 2018 statistisch bedeutsam verringert (–4 Prozentpunkte). Für den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zeigt sich dagegen keine statistisch bedeutsame Veränderung.

Im Kompetenzbereich *Fachwissen* des Fachs Chemie kann für kein Land ein signifikant positiver Trend nachgewiesen werden. Signifikant geringer als 2012 ist 2018 der Anteil an Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die mindestens den Regelstandard erreichen, in den Ländern Baden-Württemberg (–8 Prozentpunkte), Brandenburg (–15 Prozentpunkte), Sachsen-Anhalt (–11 Prozentpunkte) und Schleswig-Holstein (–8 Prozentpunkte).

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* kann im Fach Chemie ebenfalls für kein Land ein signifikant positiver Trend nachgewiesen werden. Signifikant negative Trends finden sich in den Ländern Brandenburg (–8 Prozentpunkte), Niedersachsen (–7 Prozentpunkte), Saarland (–8 Prozentpunkte) und Thüringen (–6 Prozentpunkte).

Noch deutlicher fallen die Veränderungen für das Fach Chemie bezogen auf das Erreichen des Optimalstandards aus (Abb. 5.28). In beiden Kompetenzbereichen hat sich in Deutschland insgesamt der Anteil an Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die den Optimalstandard erreichen, signifikant verringert.

Auch innerhalb der Länder finden sich in beiden Kompetenzbereichen des Fachs Chemie keine positiven Trends. Im Kompetenzbereich *Fachwissen* sind negative Trends in den Ländern Brandenburg (–8 Prozentpunkte), Hessen (–3 Prozentpunkte) und Sachsen-Anhalt (–10 Prozentpunkte) und im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* in den Ländern Baden-Württemberg (–11 Prozentpunkte), Brandenburg (–21 Prozentpunkte), Hessen (–6 Prozentpunkte), Niedersachsen (–9 Prozentpunkte) und Sachsen-Anhalt (–12 Prozentpunkte) zu beobachten.

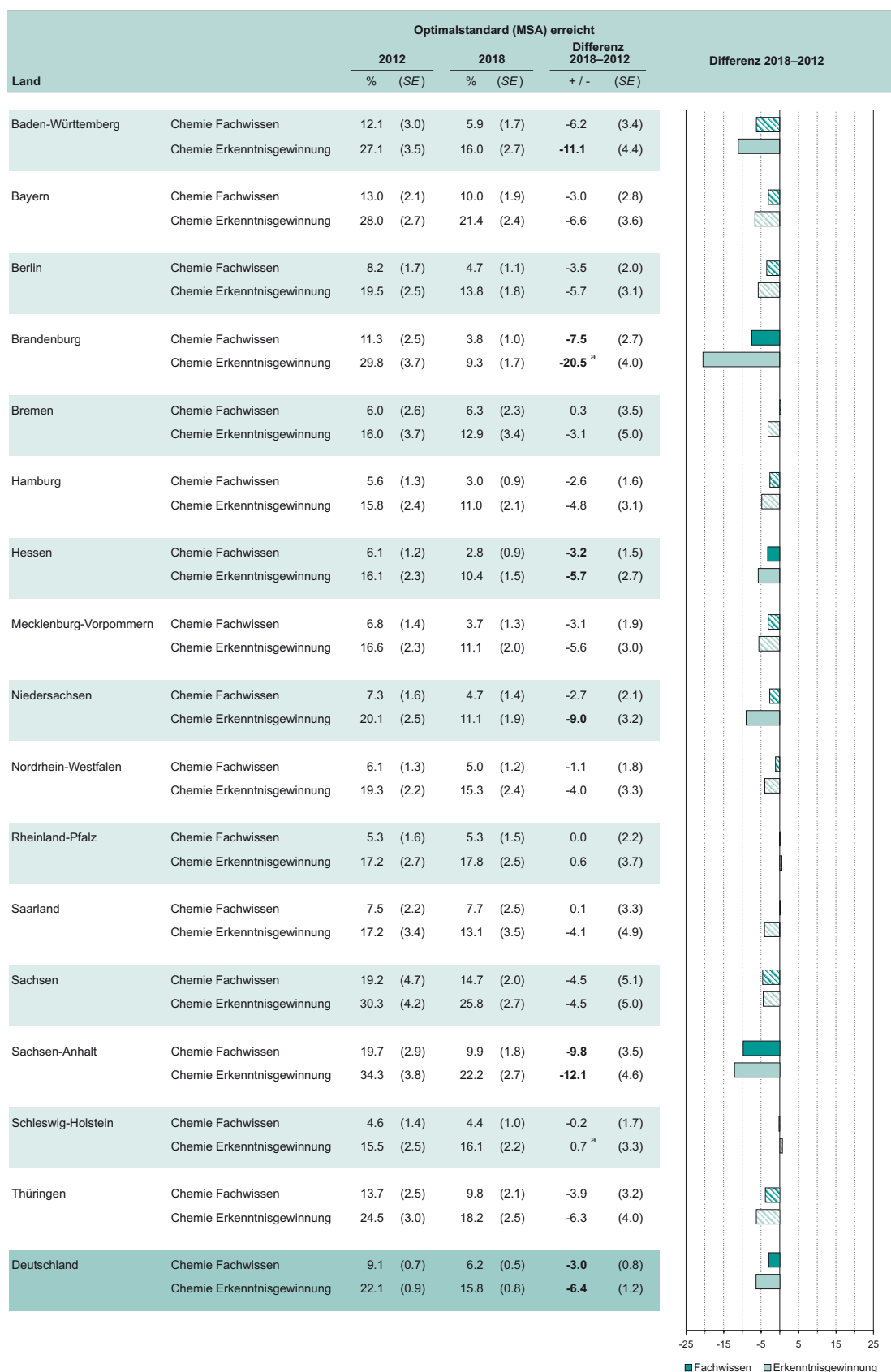
Verglichen mit dem Fach Chemie weisen die in Abbildung 5.29 berichteten Ergebnisse für das Fach Physik auf eine größere Stabilität für das Erreichen der Regelstandards. In Deutschland insgesamt haben sich die Anteile der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien, die mindestens den Regelstandard erreichen, in den beiden Kompetenzbereichen zwischen 2012 und 2018 nicht statistisch bedeutsam verändert.

Wie im Fach Chemie sind auch im Fach Physik innerhalb der Länder keine positiven Trends nachweisbar. Im Kompetenzbereich *Fachwissen* hat sich allerdings der Anteil an Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die mindestens den Regelstandard erreichen, in den Ländern Brandenburg und Sachsen-Anhalt (jeweils –5 Prozentpunkte) signifikant verringert. Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* ist für kein Land ein signifikanter Trend nachzuweisen.

Bezogen auf das Erreichen des Optimalstandards (Abb. 5.30) im Fach Physik sind die Ergebnisse über die Zeit weniger stabil als für den Regelstandard. In Deutschland insgesamt hat sich in beiden Kompetenzbereichen der Anteil an Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die den Optimalstandard erreichen, signifikant verringert.

Entsprechend zeigen sich auch auf der Ebene der Länder keine positiven Trends. Signifikant geringer als im Jahr 2012 ist im Jahr 2018 der Anteil an Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die den Optimalstandard erreichen, im Kompetenzbereich *Fachwissen* in den Ländern Baden-Württemberg (–7 Prozentpunkte), Brandenburg (–10 Prozentpunkte) und Sachsen-Anhalt (–9 Prozentpunkte) sowie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* in den Ländern Baden-Württemberg (–11 Prozentpunkte), Brandenburg (–14 Prozentpunkte) und Sachsen-Anhalt (–11 Prozentpunkte).

Abbildung 5.28: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie den Optimalstandard erreichen



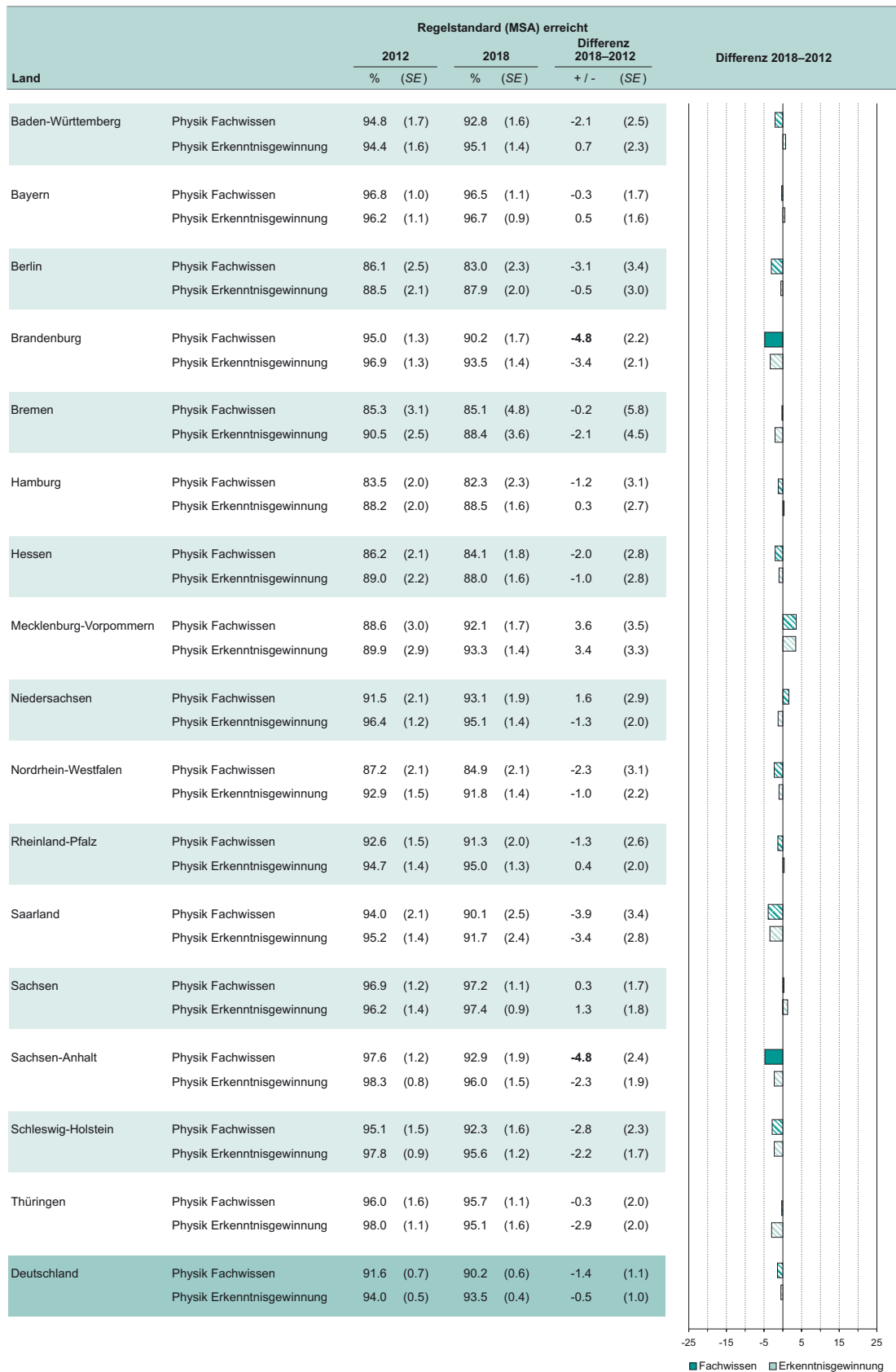
Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen.

MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 5.29: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik den Regelstandard erreichen oder übertreffen

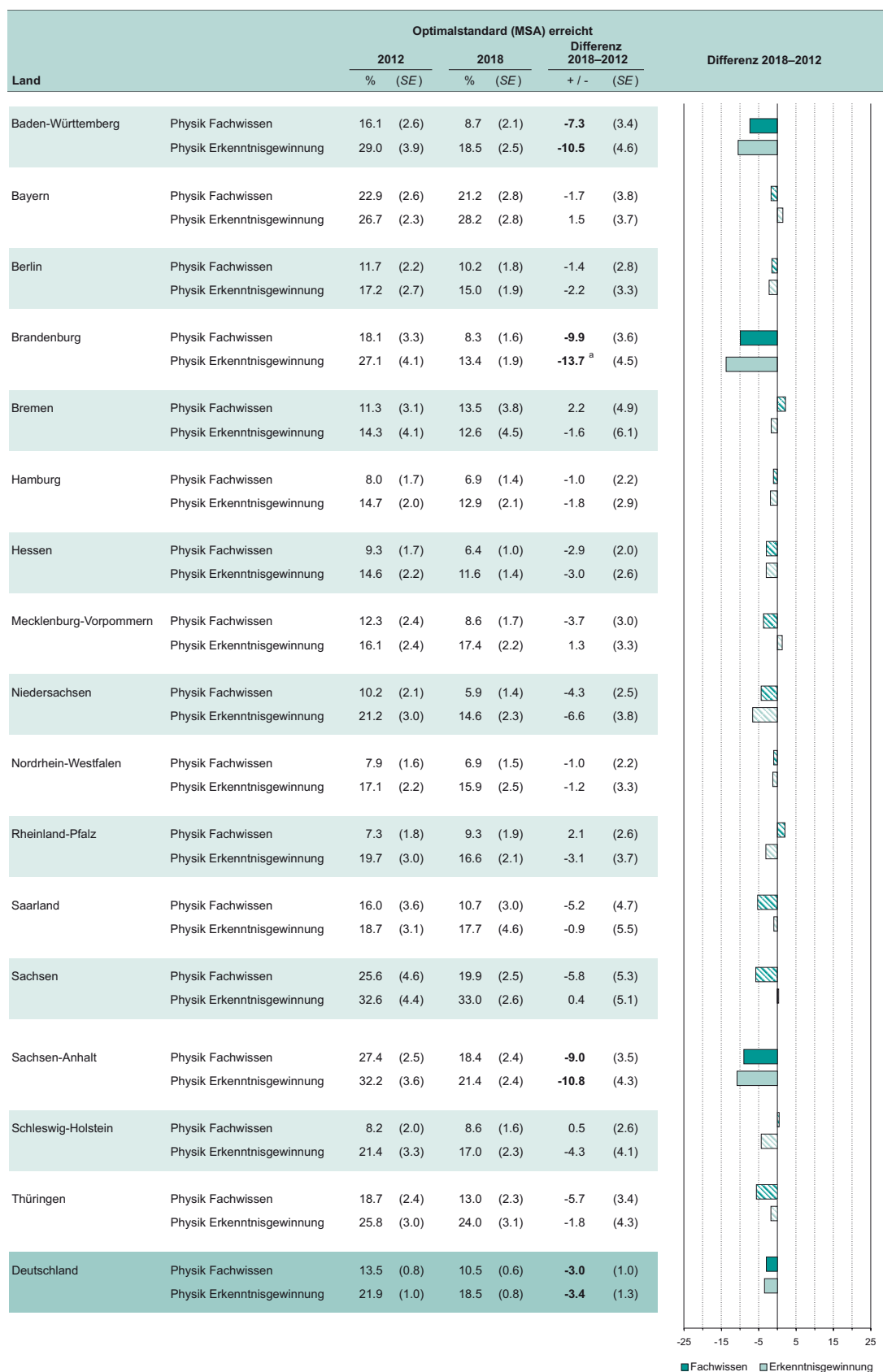


Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen. MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

* Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 5.30: Vergleich der für die Jahre 2012 und 2018 ermittelten prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik den Optimalstandard erreichen



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Prozentwerte minimal von der dargestellten Differenz in der Spalte +/- abweichen.

MSA = Mittlerer Schulabschluss; SE = Standardfehler; + / - Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Werte kennzeichnen eine statistisch signifikante Differenz zwischen den Jahren 2012 und 2018. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

5.2.5 Zusammenfassung

Insgesamt ergeben die Ergebnisse für die Verteilungen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler auf die Kompetenzstufen für die naturwissenschaftlichen Fächer ein Bild, das auf erhebliche Unterschiede zwischen den Ländern, weitgehende Stabilität zwischen den Jahren 2012 und 2018 für Deutschland insgesamt sowie innerhalb der Länder auf vereinzelte günstige und mehrere ungünstige Entwicklungen hinweist. In Deutschland insgesamt variiert der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen, zwischen 56 Prozent (Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Chemie) und knapp 77 Prozent (Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik). Im Vergleich der Länder ergeben sich für alle Kompetenzbereiche und Fächer recht große Unterschiede, die bis zu 22 Prozentpunkte betragen. An Gymnasien sind die Anteile der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen, erwartungsgemäß höher und übersteigen teilweise 90 Prozent, wobei die Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern innerhalb dieser Schulart im Mittel kaum geringer ausfallen als für die Gesamtpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die den MSA anstreben.

Ein über alle Fächer und alle Kompetenzbereiche günstiges Ergebnis wird vor allem in den Ländern Bayern und Sachsen erzielt. In Thüringen und Sachsen-Anhalt liegen die Anteile der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard erreichen, ebenfalls zumeist über dem deutschen Gesamtwert. Ungünstiger fallen die Ergebnisse kompetenzbereichs- und fächerübergreifend in den drei Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg, sowie für einige Kompetenzbereiche beziehungsweise Fächer auch in Hessen, Nordrhein-Westfalen und im Saarland aus.

Im Trend fällt zunächst auf, dass sich für kein Fach und keinen Kompetenzbereich deutschlandweit eine signifikante Veränderung in den Anteilen der untersuchten Gesamtpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die mindestens den Regelstandard erreichen beziehungsweise den Mindeststandard nicht erreichen, feststellen lässt. Trotz dieser Stabilität der in Deutschland insgesamt erreichten Ergebnisse sind innerhalb der Länder insgesamt 55 signifikante Veränderungen zu beobachten, von denen jedoch nur sechs in eine positive Richtung weisen. Insbesondere in Bayern ist es gelungen, den Anteil der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard erreichen, zu erhöhen, beziehungsweise den Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard verfehlen, zu reduzieren. Ungünstigere Entwicklungen betreffen vor allem die Länder Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen.

Dieses Befundmuster fällt für die Gymnasien insofern deutlicher aus, als dass für diese Teilpopulation auch deutschlandweit negative Trends zu beobachten sind, vor allem im Fach Chemie für das Erreichen des Optimalstandards. Für die Regelstandards im Fach Physik ergibt sich dagegen bundesweit kein signifikanter Trend, und auch auf Länderebene sind nur vereinzelte und vergleichsweise gering ausgeprägte Veränderungen festzustellen. Die für die Gesamtpopulation festgestellte Stabilität ist an Gymnasien also nur für das Fach Physik zu beobachten. Die Trends im Fach Biologie nehmen insofern eine Mittelstellung ein, als dass sie nur vereinzelt ungünstig ausfallen und auch dann nur eine geringe Effektstärke aufweisen.

Für die einzelnen Länder ist an Gymnasien dasselbe Befundmuster zu beobachten wie für Deutschland insgesamt: Insbesondere im Fach Chemie treten bezüglich des Erreichens des Optimalstandards ungünstige Trends auf,

die wiederum vor allem in Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen zu beobachten sind. Positive Trends sind weder für das Erreichen der Regelstandards noch der Optimalstandards in den drei Fächern und jeweils zwei Kompetenzbereichen festzustellen.

Insgesamt wird deutlich, dass negative Trends vor allem dort auftreten, wo die Kompetenzen im Jahr 2012 deutlich überdurchschnittlich ausfielen, so etwa in den Ländern Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen sowie an Gymnasien.

Literatur

KMK (2005) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005). *Bildungsstandards im Fach Deutsch für den Primarbereich. Beschluss vom 15.10.2004*. München: Luchterhand.

Kapitel 6

Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen im Ländervergleich

6.1 Mittelwerte und Streuungen der im Fach Mathematik erreichten Kompetenzen

Nicole Mahler und Jenny Kölm

Nachdem in Kapitel 5 dargestellt wurde, inwieweit Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe die Mindest-, Regel- und Optimalstandards erreichen, werden in diesem Kapitel die Verteilungen der Kompetenzwerte anhand von Mittelwerten und Streuungen beschrieben. Ferner wird untersucht, inwieweit sich diese Kennwerte zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Die Erfassung der mathematischen Kompetenzen erfolgte mit Testaufgaben, die alle in den Bildungsstandards der KMK (2004, 2005) beschriebenen allgemeinen und inhaltsbezogenen Kompetenzen abdecken (vgl. Kapitel 1.2). In diesem Kapitel werden die Ergebnisse für die Globalskala mathematischer Kompetenz dargestellt, die Aufgaben aus allen Bereichen zusammenfasst. Die Ergebnisse für die fünf einzelnen mathematischen Leitideen sind im Zusatzmaterial zu finden, das auf der Homepage des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) bereitgestellt wird (Abb. 6.1web–Abb. 6.12web).

Im IQB-Ländervergleich 2012, der erstmals auf Grundlage der Bildungsstandards der KMK die mathematischen Kompetenzen von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in Deutschland untersuchte, wurde für die Globalskala ein Mittelwert von $M = 500$ und eine Standardabweichung von $SD = 100$ festgelegt (vgl. Roppelt, Penk, Pöhlmann & Pietsch, 2013). Unterschiede in den erreichten Kompetenzen zwischen den Ländern und den Erhebungszeitpunkten werden als Punktwertdifferenzen auf dieser Berichtsmetrik dargestellt (vgl. Kapitel 3.2). Um die Interpretation der Differenzen zu veranschaulichen, können diese zu Lernzuwächsen ins Verhältnis gesetzt werden, die im Mittel innerhalb eines Schuljahres am Ende der Sekundarstufe I zu erwarten sind (zur Interpretation dieser Werte vgl. Kapitel 3.2). Entsprechende Schätzungen lassen sich aus Daten der in den Jahren 2006 und 2007 durchgeführten Normierungsstudien ableiten, in denen die mathematischen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in den Jahrgangsstufen 9 und 10 erfasst wurden. Da ein großer Teil der Jugendlichen, die einen Hauptschulabschluss anstreben, nach der 9. Jahrgangsstufe die Schule verlässt, wäre ein Vergleich der Gesamtpopulationen verzerrt. Daher wurden für die Schätzung der in der 9. Jahrgangsstufe erreichten Kompetenzen nur Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, die einen Mittleren Schulabschluss (MSA) anstreben. Die Daten weisen darauf hin, dass für diese Schülerinnen und

Schüler von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe ein Lernzuwachs von etwa 50 Punkten angenommen werden kann.

Im Folgenden wird in Abschnitt 6.1.1 zunächst dargestellt, welche Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe im Jahr 2018 in den Ländern im Mittel erreichen. Zusätzlich wird die Heterogenität der Kompetenzen untersucht. Abschnitt 6.1.2 berichtet Befunde zu den von Schülerinnen und Schülern an Gymnasien erreichten Kompetenzen und setzt diese mit den gymnasialen Beteiligungsquoten in Beziehung. Anschließend wird der Frage nachgegangen, wie sich das Niveau und die Heterogenität der Kompetenzen zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Dies wird sowohl für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe (Abschnitt 6.1.3) als auch für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien (Abschnitt 6.1.4) untersucht. In Abschnitt 6.1.5 werden die zentralen Ergebnisse dieses Kapitels zusammengefasst.

6.1.1 Im Mittel erreichte Kompetenzen und deren Heterogenität im Jahr 2018

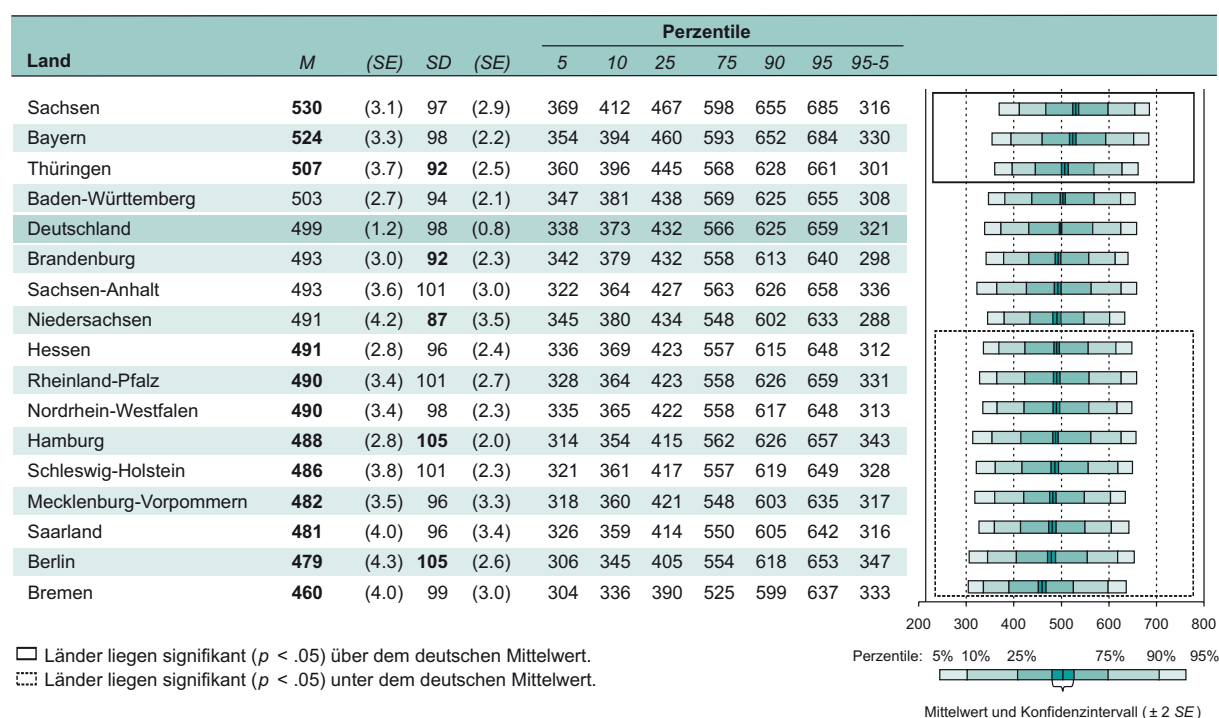
Abbildung 6.1 zeigt die für das Fach Mathematik (*Globalskala*) ermittelten Länderergebnisse. Die Länder sind in dieser Abbildung absteigend nach dem jeweils erreichten Kompetenzmittelwert geordnet. Im Tabellenteil werden neben den Mittelwerten (M) auch die Standardfehler (SE) als Maß für die Unsicherheit der Schätzung, die Standardabweichungen (SD) als Maß der Heterogenität sowie verschiedene Perzentile aufgeführt (vgl. Kapitel 3.2 für die Interpretation dieser statistischen Kennwerte). Im Abbildungsteil ist durch Einrahmungen gekennzeichnet, welche Ländermittelwerte sich signifikant vom deutschen Gesamtmittelwert unterscheiden. Signifikant höhere Landesmittelwerte werden durch einen durchgezogenen Rahmen, signifikant geringere Landesmittelwerte durch einen gestrichelten Rahmen hervorgehoben.

In die Berechnungen wurden *alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler* einbezogen. Dies schließt Schülerinnen und Schüler ein, bei denen ein sonderpädagogischer Förderbedarf festgestellt wurde, auch wenn sie zielfferent unterrichtet werden (vgl. Kapitel 3.1 für eine Erläuterung dieses Vorgehens und Kapitel 4 für die Anteile zielfferent unterrichteter Schülerinnen und Schüler in den Ländern).

Für die Globalskala mathematischer Kompetenz (Abb. 6.1) beträgt der Mittelwert im Jahr 2018 für Deutschland insgesamt 499 Punkte. Die in den einzelnen Ländern von den Schülerinnen und Schülern im Mittel erreichten Kompetenzen bewegen sich in einem Bereich von 460 Punkten in Bremen und 530 Punkten in Sachsen. Zwischen dem niedrigsten Landesmittelwert und dem höchsten Landesmittelwert liegen also 70 Punkte auf der Berichtsmetrik, was in etwa dem Kompetenzzuwachs entspricht, der zum Ende der Sekundarstufe I in eineinhalb Schuljahren zu erwarten ist.

Die Schülerinnen und Schüler in Bayern, Sachsen und Thüringen erreichen im Durchschnitt Kompetenzwerte, die signifikant über dem deutschen Mittelwert liegen. In den Ländern Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, dem Saarland, Schleswig-Holstein sowie in den Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg liegen die mittleren Kompetenzen im Fach Mathematik hingegen statistisch signifikant unter dem Wert für Deutschland insgesamt.

Die Standardabweichung für die Globalskala mathematischer Kompetenz beträgt im Jahr 2018 in Deutschland insgesamt 98 Punkte (Abb. 6.1). Wie anhand der durch Fettdruck gekennzeichneten Kennwerte in der Tabelle zu erken-

Abbildung 6.1: Mittelwerte, Streuungen, Perzentile und Perzentilbänder der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Mathematik (*Globalskala*)

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann der Wert in der Spalte 95-5 minimal von der Differenz der entsprechenden Perzentile abweichen. *M* = Mittelwert; *SE* = Standardfehler; *SD* = Standardabweichung. Fett gedruckte Werte unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

nen ist, sind die Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler in Brandenburg, Niedersachsen und Thüringen im Vergleich mit der für Deutschland festgestellten Streuung signifikant homogener, wohingegen die in den Stadtstaaten Berlin und Hamburg erreichten Kompetenzwerte signifikant heterogener sind. Als zusätzlicher Kennwert für die Heterogenität der erreichten Kompetenzen kann die Breite des Skalenabschnitts zwischen dem 5. und dem 95. Perzentil betrachtet werden (Abb. 6.1). Die Ergebnisse für diesen Indikator decken sich mit den für die Standardabweichung ermittelten Befunden.

Bezogen auf die erreichten Kompetenzen sind Befundmuster wünschenswert, die durch ein insgesamt hohes Niveau mit einer geringen Streuung innerhalb der Schülerschaft gekennzeichnet sind. Gerade auch Schülerinnen und Schüler am unteren Rand der Leistungsverteilung sollten einen möglichst hohen Kompetenzwert erreichen. Dieses Befundmuster wird im Vergleich der Länder in Thüringen am besten erreicht. In den anderen beiden Ländern, in denen signifikant höhere mittlere Kompetenzwerte erreicht werden als in Deutschland insgesamt (Bayern, Sachsen), entsprechen die Standardabweichungen der bundesweiten Streuung.

6.1.2 Im Mittel erreichte Kompetenzen und deren Heterogenität im Jahr 2018 für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien

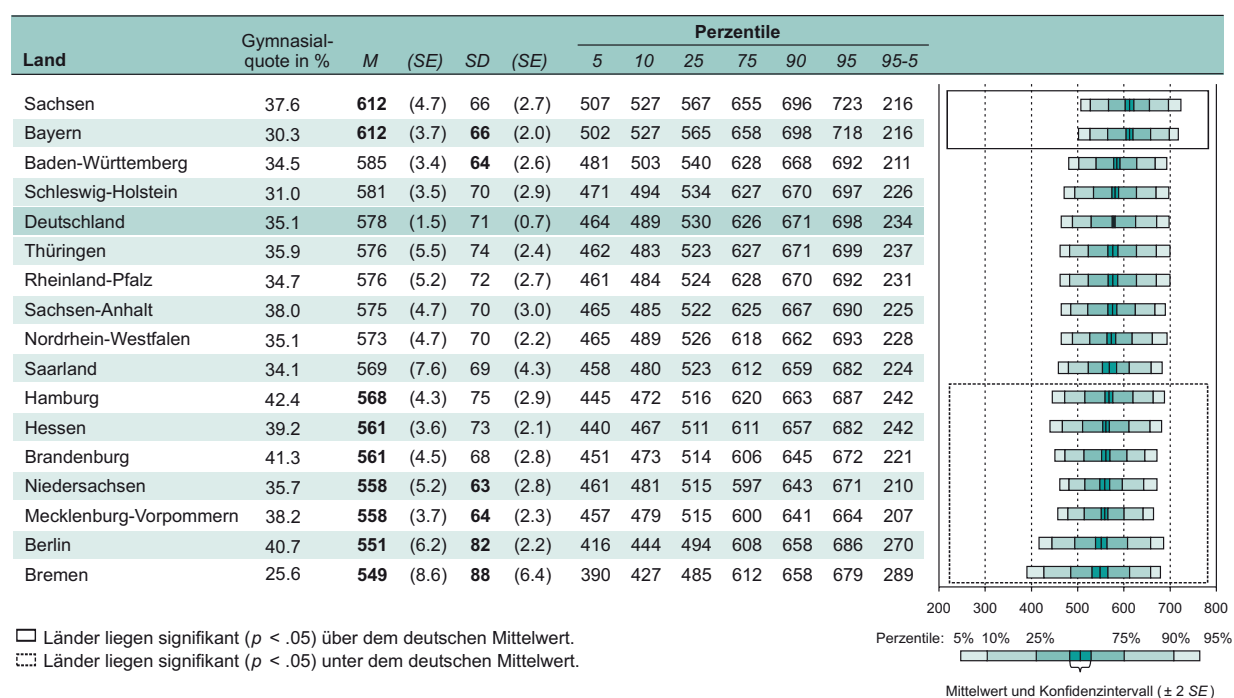
In den 16 Ländern finden sich in der Sekundarstufe I eine Vielzahl unterschiedlicher Schularten. Von diesen Schularten ist das Gymnasium diejenige, die in allen Ländern existiert und deren Ergebnisse in den Studien des IQB separat ausgewiesen werden.

In Abbildung 6.2 sind die Kompetenzwerte dargestellt, die Schülerinnen und Schüler an Gymnasien im Jahr 2018 im Fach Mathematik in den einzelnen Ländern im Mittel erreichen. Bundesweit liegt der Mittelwert an Gymnasien bei 578 Punkten. Der Unterschied zum Mittelwert aller Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe ($M = 499$) entspricht mit 79 Punkten dem am Ende der Sekundarstufe I zu erwartenden Kompetenzzuwachs von etwa eineinhalb Schuljahren beziehungsweise einer Kompetenzstufe. Ähnlich wie in der gesamten Schülerschaft werden in Bayern und Sachsen auch an Gymnasien überdurchschnittliche Kompetenzen erzielt. In Thüringen, das im Hinblick auf die gesamte Schülerschaft ebenfalls zur Spitzengruppe zählt, liegen die Kompetenzen der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten hingegen im Bereich des deutschen Mittelwerts.

Im unteren Leistungsbereich sind die im Durchschnitt von Schülerinnen und Schülern an Gymnasien erreichten Kompetenzen in Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen statistisch signifikant geringer als im bundesweiten Mittel. Während in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, im Saarland und in Schleswig-Holstein bezogen auf alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe unterdurchschnittliche Ergebnisse erzielt werden, unterscheiden sich die in diesen Ländern an Gymnasien erreichten Kompetenzmittelwerte nicht vom deutschen Mittelwert. Für Brandenburg und Niedersachsen sind hingegen nur an Gymnasien signifikant geringere mittlere Kompetenzen festzustellen als in Deutschland insgesamt.

Für Deutschland insgesamt wurde an Gymnasien eine Standardabweichung (SD) von 71 Punkten ermittelt (Abb. 6.2). Die Leistungsstreuung innerhalb dieser Schulart ist also erwartungsgemäß geringer als die der gesamten Schülerschaft in der 9. Jahrgangsstufe ($SD = 98$). In Baden-Württemberg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen sind die von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten erreichten Kompetenzen homogener als im bundesdeutschen Durchschnitt, wohingegen in Berlin und Bremen die Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien signifikant heterogener sind. Das wünschenswerte Befundmuster von hohen Kompetenzmittelwerten und geringer Streuung wird vor allem in Bayern erreicht.

Länderunterschiede in den an Gymnasien erreichten Kompetenzständen dürften nicht nur auf Unterschiede in der Effektivität des Unterrichts zurückzuführen sein, sondern könnten unter anderem durch unterschiedliche gymnasiale Beteiligungsquoten beeinflusst werden. Die gymnasiale Beteiligungsquote, also derjenige Anteil der Schülerinnen und Schüler eines bestimmten Jahrgangs, der ein Gymnasium besucht, variiert erheblich zwischen den Ländern (vgl. Kapitel 3.1). Geht man davon aus, dass kognitive Fähigkeiten normalverteilt sind und sich Schülerinnen und Schüler, die ein Gymnasium besuchen, tendenziell am oberen Ende dieser Verteilung befinden, wäre anzunehmen, dass die an Gymnasien erzielten Kompetenzen in denjenigen Ländern am höchsten sind, in denen die gymnasiale Beteiligungsquote am geringsten ist. Tatsächlich hat sich mehrfach empirisch gezeigt, dass eine niedrigere gymnasiale Beteiligungsquote tendenziell

Abbildung 6.2: Mittelwerte, Streuungen, Perzentile und Perzentilbänder der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Fach Mathematik (*Globalskala*)

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann der Wert in der Spalte 95-5 minimal von der Differenz der entsprechenden Perzentile abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung. Fett gedruckte Werte unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

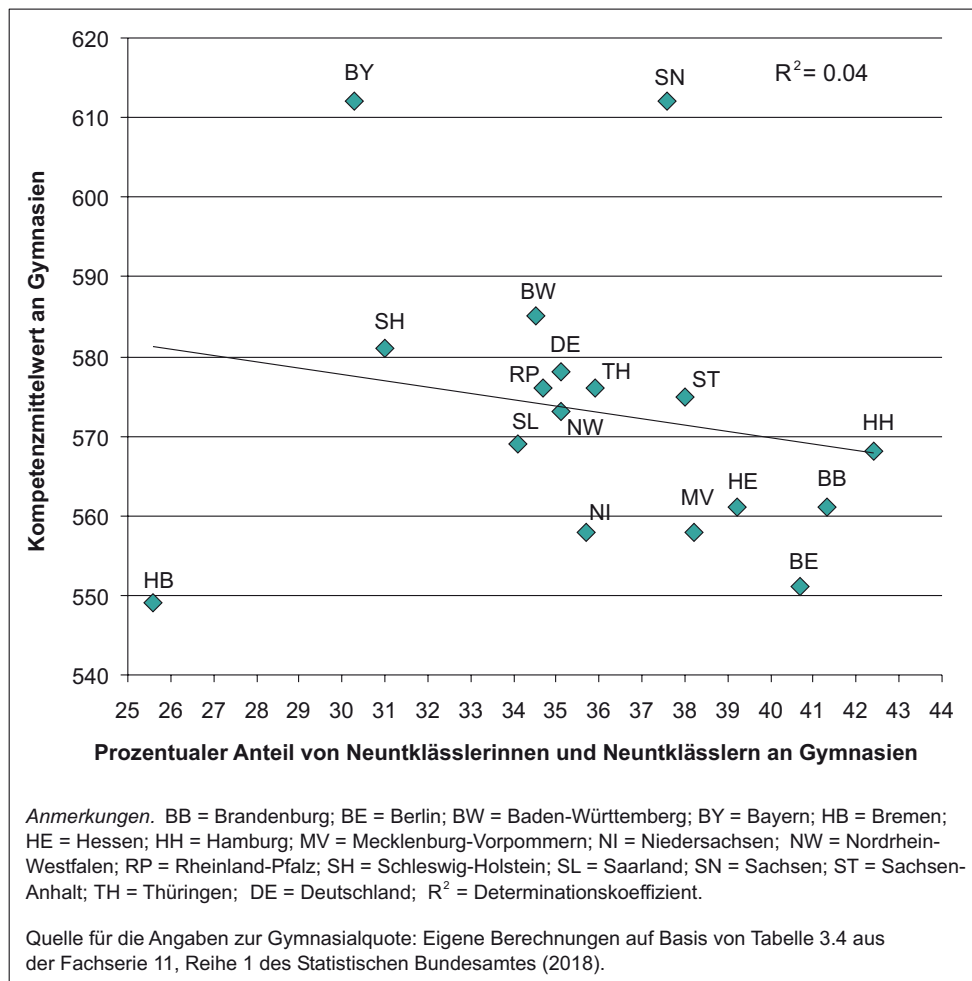
Quelle für die Angaben zur Gymnasialquote: Eigene Berechnungen auf Basis von Tabelle 3.4 aus der Fachserie 11, Reihe 1 des Statistischen Bundesamtes (2018).

mit einem höheren Leistungsmittelwert der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten einhergeht (z. B. Neubrand et al., 2005), wobei dieser Zusammenhang keinesfalls perfekt ist (z. B. Roppelt et al., 2013; Schroeders et al., 2013).

Um zu bestimmen, ob im IQB-Bildungstrend 2018 ein Zusammenhang auf Länderebene zwischen den gymnasialen Beteiligungsquoten und den im Mittel erreichten Kompetenzen besteht, werden die Befunde zu dieser Fragestellung in Abbildung 6.3 grafisch dargestellt. In der Abbildung sind die gymnasialen Beteiligungsquoten in den Ländern auf der x-Achse gegen die mittleren Kompetenzen der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten im Fach Mathematik (*Globalskala*) auf der y-Achse abgetragen. Die Positionen der 16 Länder sind mit Rauten innerhalb dieses Koordinatensystems markiert.

Es zeigt sich für das Fach Mathematik (*Globalskala*), dass die Unterschiede in den Beteiligungsquoten lediglich 4 Prozent der Varianz zwischen den Kompetenzmittelwerten der Länder erklären ($R^2 = 0.04$). Die Kopplung zwischen der Gymnasialquote und den im Fach Mathematik erreichten mittleren Kompetenzen an Gymnasien ist im Bildungstrend 2018 also insgesamt gering. Im Vergleich mit den Befunden des IQB-Ländervergleichs 2012, in dem für das Fach Mathematik eine Varianzaufklärung von 12 Prozent festgestellt wurde (Roppelt et al., 2013, S. 135), ist die lineare Beziehung zwischen Gymnasialquote und Kompetenzmittelwerten am Gymnasium im Jahr 2018 sogar noch deutlich schwächer ausgeprägt. Allerdings ist in Abbildung 6.3 deutlich zu erkennen, dass sich drei Länder vom Muster der anderen Länder abheben. In Bremen werden bei niedriger Gymnasialquote geringe mittlere Kompetenzen erzielt, wohingegen in Bayern und Sachsen bei niedriger beziehungsweise

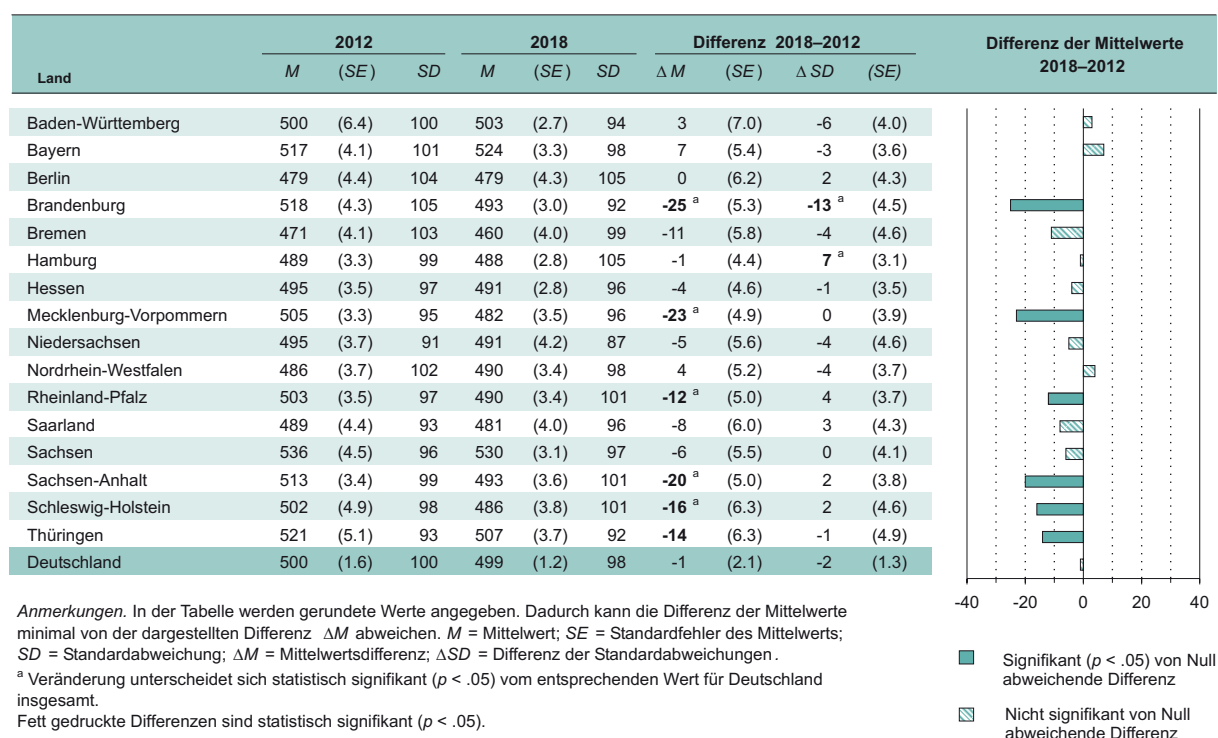
Abbildung 6.3: Zusammenhang zwischen der gymnasialen Beteiligungsquote und den Kompetenzmittelwerten von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Fach Mathematik (*Globalskala*)



se durchschnittlicher Gymnasialquote hohe mittlere Kompetenzen erreicht werden. Dieses Befundmuster deutet erneut darauf hin, dass eine hohe gymnasiale Beteiligungsquote nicht zwangsläufig mit geringen Kompetenzwerten an Gymnasien einhergehen muss (vgl. Roppelt et al., 2013).

6.1.3 Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 im Mittel erreichten Kompetenzen

Ein zentrales Anliegen des IQB-Bildungstrends 2018 besteht in der Untersuchung von Trends über die Zeit. In diesem Abschnitt wird daher geprüft, inwieweit sich die von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern im Durchschnitt erreichten mathematischen Kompetenzen zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Dabei werden zwei Perspektiven eingenommen (vgl. Kapitel 1.1): Zunächst werden die in den Jahren 2012 und 2018 im Mittel erzielten Kompetenzen verglichen, um festzustellen, ob innerhalb der Länder signifikante Trends vorliegen. Anschließend werden die Veränderungen innerhalb der Länder mit den für Deutschland insgesamt ermittelten Veränderungen verglichen, um zu bestimmen, ob diese signifikant stärker oder schwächer ausfallen. Auf solche Unterschiede

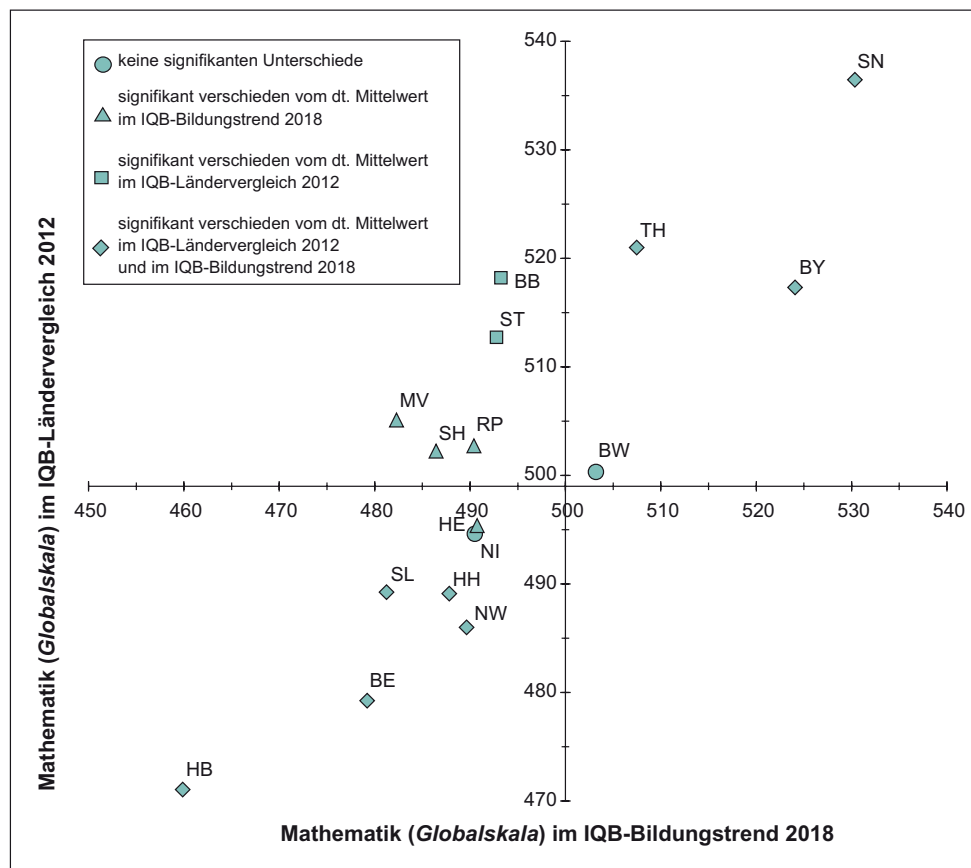
Abbildung 6.4: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Mathematik (*Globalskala*)

wird im Text allerdings nur dann eingegangen, wenn auch die jeweilige Veränderung innerhalb des Landes signifikant ist.

Die Veränderungen in den Mittelwerten sind für die Globalskala mathematischer Kompetenz in Abbildung 6.4 dargestellt. Für Deutschland insgesamt zeigt sich, dass die im Mittel erreichte mathematische Kompetenz zwischen den Jahren 2012 und 2018 stabil geblieben ist. In zehn Ländern blieben die mittleren Kompetenzwerte ebenfalls stabil, in sechs Ländern haben sie sich signifikant verringert. Ein signifikant positiver Trend findet sich für kein Land. Im Jahr 2018 werden in den Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen signifikant geringere Kompetenzwerte erzielt als im Jahr 2012. Dieser Rückgang der mittleren Kompetenzen um 12 bis 25 Punkte entspricht in etwa einem Viertel bis der Hälfte eines Schuljahres und unterscheidet sich – mit Ausnahme von Thüringen – in diesen Ländern signifikant vom für Deutschland insgesamt festgestellten Wert.

Um weiterhin zu bestimmen, wie sich die Heterogenität der Kompetenzen zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert hat, werden die Streuungen der im Fach Mathematik (*Globalskala*) erreichten Kompetenzen zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten verglichen. Die für Deutschland insgesamt festgestellte Streuung hat sich im betrachteten Zeitraum nicht statistisch signifikant verändert. (Abb. 6.4). Demnach sind die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in Deutschland im Fach Mathematik im Jahr 2018 also ähnlich heterogen wie im Jahr 2012. Auch in den einzelnen Ländern zeigen sich im Vergleich der Jahre 2012 und 2018 überwiegend stabile Streuungen. Lediglich in zwei Ländern sind signifikante Veränderungen zu beobachten: In Brandenburg ist die Heterogenität der erreichten Kompetenzen zwischen den Jahren 2012 und 2018 gesunken, in Hamburg hingegen gestiegen. Beide Veränderungen in den Streuungen unter-

Abbildung 6.5: Ländermittelwerte im Fach Mathematik (*Globalskala*) im IQB-Ländervergleich 2012 und im IQB-Bildungstrend 2018



Anmerkungen. BB = Brandenburg; BE = Berlin; BW = Baden-Württemberg; BY = Bayern; HB = Bremen; HE = Hessen; HH = Hamburg; MV = Mecklenburg-Vorpommern; NI = Niedersachsen; NW = Nordrhein-Westfalen; RP = Rheinland-Pfalz; SH = Schleswig-Holstein; SL = Saarland; SN = Sachsen; ST = Sachsen-Anhalt; TH = Thüringen.

scheiden sich auch statistisch signifikant von der für Deutschland insgesamt festgestellten Veränderung.

Abbildung 6.5 stellt die in den Ländern erreichten mittleren Kompetenzen in den beiden Erhebungsjahren 2012 und 2018 gemeinsam dar. Der Wert auf der x-Achse entspricht dabei dem Kompetenzmittelwert für das Jahr 2018 und der Wert auf der y-Achse dem Kompetenzmittelwert für das Jahr 2012. Die beiden Koordinatenachsen schneiden sich im deutschen Mittelwert des jeweiligen Erhebungsjahres; der Schnittpunkt befindet sich also bei den Werten $M = 500$ für das Jahr 2012 und $M = 499$ für das Jahr 2018. Im Quadranten I des Koordinatensystems (oben rechts) sind Länder positioniert, in denen die mittleren Kompetenzen in beiden Erhebungsjahren über dem bundesweiten Mittelwert liegen. Im Quadranten III (unten links) befinden sich solche Länder, in denen in beiden Jahren Kompetenzmittelwerte unterhalb des deutschen Mittelwerts erreicht werden. Die statistische Signifikanz der Unterschiede zum Bundesdurchschnitt wird mit unterschiedlichen Symbolen markiert, die kennzeichnen, ob sich der Kompetenzmittelwert des jeweiligen Landes in beiden Erhebungen (Raute), nur im Jahr 2012 (Quadrat), nur im Jahr 2018 (Dreieck) oder in keiner der beiden Erhebungen (Kreis) statistisch signifikant vom jeweiligen deutschen Mittelwert unterscheidet.

In den Ländern Bayern, Sachsen und Thüringen fallen die von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern erreichten mathematischen Kompetenzen zu beiden Erhebungszeitpunkten signifikant höher aus als im Bundesdurchschnitt. Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt signifikant geringere Kompetenzen in beiden Erhebungsjahren wurden in den drei Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg sowie in Nordrhein-Westfalen und im Saarland festgestellt. Stabile Kompetenzwerte, die nahe am deutschen Mittelwert liegen, konnten in Baden-Württemberg und Niedersachsen festgestellt werden.

Für einige Länder sind eher ungünstige Entwicklungen zu verzeichnen. So wurden in Brandenburg und in Sachsen-Anhalt im Jahr 2012 überdurchschnittliche mathematische Kompetenzen erreicht, wohingegen sich die im Jahr 2018 erreichten Kompetenzen nicht mehr signifikant vom Bundesdurchschnitt unterscheiden. Ähnliche Tendenzen ergeben sich für Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein. Während die in diesen Ländern im Mittel erreichten Kompetenzen im Jahr 2012 nicht signifikant vom deutschen Mittelwert abweichen, werden im Jahr 2018 unterdurchschnittliche Kompetenzstände erreicht.

6.1.4 Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 im Mittel erreichten Kompetenzen für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien

Die Veränderungen der Kompetenzen im Fach Mathematik (*Globalskala*) an Gymnasien zwischen den Jahren 2012 und 2018 sind in Abbildung 6.6 dargestellt. Bundesweit ergibt sich für Gymnasiastinnen und Gymnasiasten eine statistisch signifikante ungünstige Veränderung: Im Jahr 2018 wurden im Mittel um 8 Punkte geringere Kompetenzwerte erreicht als im Jahr 2012. Auf Länderebene zeigen sich ähnlich ungünstige Entwicklungen in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Die Rückgänge der erreichten Kompetenzen in diesen Ländern betragen zwischen 13 und 35 Punkten. Dies entspricht in etwa dem Kompetenzzuwachs, der in einem Viertel bis drei Vierteln eines Schuljahres am Ende der Sekundarstufe I zu erwarten ist. Auch für Gymnasiastinnen und Gymnasiasten sind in keinem Land signifikant positive Trends zu verzeichnen. Verglichen mit dem bundesdeutschen Trend fallen die Veränderungen der mittleren Kompetenzen an Gymnasien in Brandenburg und Sachsen-Anhalt signifikant negativer aus.

Die Streuung der von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten erreichten Kompetenzen im Fach Mathematik (*Globalskala*) ist zwischen den Jahren 2012 und 2018 in Deutschland insgesamt und auch in den meisten Ländern stabil geblieben. In Baden-Württemberg und Mecklenburg-Vorpommern hat sich die Heterogenität statistisch signifikant verringert.

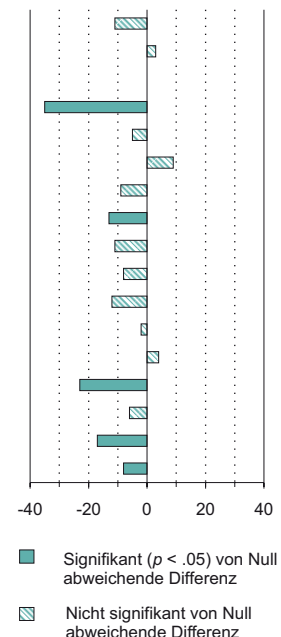
Abbildung 6.6: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Fach Mathematik (*Globalskala*)

Land	2012			2018			Differenz 2018–2012				Differenz der Mittelwerte 2018–2012
	<i>M</i>	(<i>SE</i>)	<i>SD</i>	<i>M</i>	(<i>SE</i>)	<i>SD</i>	ΔM	(<i>SE</i>)	ΔSD	(<i>SE</i>)	
Baden-Württemberg	596	(6.0)	71	585	(3.4)	64	-12	(7.0)	-8	(3.7)	
Bayern	610	(4.1)	71	612	(3.7)	66	3	(5.6)	-5	(3.2)	
Berlin	551	(7.3)	79	551	(6.2)	82	0	(9.6)	2	(4.4)	
Brandenburg	596	(7.4)	73	561	(4.5)	68	-35^a	(8.7)	-5	(4.6)	
Bremen	553	(7.3)	76	549	(8.6)	88	-5	(11.3)	12	(7.1)	
Hamburg	559	(5.2)	72	568	(4.3)	75	9 ^a	(6.8)	3	(3.8)	
Hessen	570	(5.4)	78	561	(3.6)	73	-9	(6.6)	-5	(3.5)	
Mecklenburg-Vorpommern	572	(5.5)	73	558	(3.7)	64	-13	(6.7)	-9	(3.9)	
Niedersachsen	569	(5.2)	69	558	(5.2)	63	-11	(7.4)	-6	(4.7)	
Nordrhein-Westfalen	581	(4.1)	71	573	(4.7)	70	-8	(6.3)	-1	(3.2)	
Rheinland-Pfalz	588	(4.9)	65	576	(5.2)	72	-12	(7.2)	7 ^a	(3.8)	
Saarland	571	(4.9)	64	569	(7.6)	69	-2	(9.1)	6	(5.4)	
Sachsen	608	(6.0)	69	612	(4.7)	66	4	(7.6)	-3	(4.0)	
Sachsen-Anhalt	598	(4.6)	63	575	(4.7)	70	-23^a	(6.7)	6 ^a	(3.8)	
Schleswig-Holstein	587	(5.5)	67	581	(3.5)	70	-6	(6.6)	3	(4.1)	
Thüringen	594	(6.7)	66	576	(5.5)	74	-17	(8.7)	8 ^a	(4.3)	
Deutschland	586	(1.7)	73	578	(1.5)	71	-8	(2.4)	-2	(1.2)	

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. *M* = Mittelwert; *SE* = Standardfehler des Mittelwerts; *SD* = Standardabweichung; ΔM = Mittelwertsdifferenz; ΔSD = Differenz der Standardabweichungen.

^a Veränderung unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom entsprechenden Wert für Deutschland insgesamt.

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).



6.1.5 Zusammenfassung

Für das Jahr 2018 lässt sich festhalten, dass die Schülerinnen und Schüler in Bayern, Sachsen und Thüringen im Durchschnitt signifikant höhere Kompetenzwerte in Mathematik (*Globalskala*) erzielen als in Deutschland insgesamt. Weniger günstige Ergebnisse finden sich in Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, im Saarland und in Schleswig-Holstein sowie in den drei Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg. In diesen neun Ländern erreichen Schülerinnen und Schüler verglichen mit dem bundesdeutschen Durchschnitt im Mittel signifikant geringere Mathematikkompetenzen auf der *Globalskala*. Die Streuungen der Kompetenzwerte sind in Berlin und Hamburg höher als in Deutschland insgesamt, in Brandenburg, Niedersachsen und Thüringen hingegen geringer. Das anzustrebende Ergebnismuster eines sowohl hohen als auch homogenen Kompetenzniveaus wird insbesondere in Thüringen erreicht.

An Gymnasien werden in Bayern und Sachsen überdurchschnittlich hohe Kompetenzwerte erzielt. Demgegenüber werden für Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in den Ländern Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen unterdurchschnittliche Kompetenzwerte festgestellt. Im Vergleich zu Deutschland insgesamt fallen die Streuungen der an Gymnasien erreichten Kompetenzwerte in Baden-Württemberg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen besonders gering aus; in Berlin und Bremen finden sich hingegen besonders heterogene Kompetenzwerte. Das erwünschte Ergebnismuster hoher Kompetenzwerte bei gleichzeitig geringer Streuung zeigt sich für Gymnasien in Bayern.

Zwischen den Jahren 2012 und 2018 haben sich die von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern im Fach Mathematik erreichten Kompetenzen in Deutschland insgesamt nicht signifikant verändert. Diese Stabilität entspricht den Ergebnissen von PISA¹ 2015, wo ebenfalls keine bedeutsamen Veränderungen der mathematischen Kompetenzen festgestellt wurden (Hammer et al., 2016).

Innerhalb einiger Länder sind im IQB-Bildungstrend 2018 allerdings Rückgänge der im Durchschnitt erreichten Kompetenzen zu verzeichnen: In Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen werden im Jahr 2018 signifikant geringere mittlere Kompetenzen erreicht als im Jahr 2012, wobei der Rückgang zwischen 12 Punkten in Rheinland-Pfalz und 25 Punkten in Brandenburg variiert. Positive Trends können für kein Land festgestellt werden. Die Streuung der globalen Mathematikkompetenz blieb zwischen den Jahren 2012 und 2018 für Deutschland insgesamt ebenfalls stabil; auch in den meisten Ländern sind kaum Veränderungen in der Streuung zu verzeichnen. Lediglich in Brandenburg zeigt sich eine signifikante Abnahme, in Hamburg eine signifikante Zunahme der Heterogenität in den erreichten Kompetenzen.

Im Gegensatz zu den zwischen den Jahren 2012 und 2018 insgesamt stabilen mathematischen Kompetenzen, die für die Gesamtpopulation der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe festgestellt werden, nahmen die mittleren Kompetenzen an Gymnasien in Deutschland insgesamt um 8 Punkte ab. Auf Länderebene zeigen sich in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen signifikant ungünstige Entwicklungen für Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, wohingegen in keinem Land positive Trends zu beobachten sind. Die Streuung der an Gymnasien erreichten Kompetenzen blieb in Deutschland insgesamt und auch in den meisten Ländern stabil. In Baden-Württemberg und Mecklenburg-Vorpommern verringerte sich die Heterogenität der Kompetenzen zwischen den Jahren 2012 und 2018 signifikant.

Insgesamt zeigt sich für Deutschland eine weitgehende Stabilität der mathematischen Kompetenzen seit dem IQB-Ländervergleich 2012. Nicht nur die im Mittel erreichten Kompetenzwerte sind nahezu unverändert geblieben, sondern auch die Streuung der erreichten Kompetenzen. Für die Gymnasien ergibt sich ein signifikanter Rückgang der im Mittel erreichten Kompetenzen, die Streuung ist jedoch ebenfalls stabil. Auf Länderebene finden sich einige Länder mit stabil günstigen (Bayern, Sachsen) oder stabil ungünstigen (Berlin, Bremen) Ergebnissen sowohl für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe als auch für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien. Demgegenüber stehen Länder, in denen sich die im Mittel erreichten Kompetenzwerte zwischen den Jahren 2012 und 2018 für beide betrachteten Gruppen signifikant ungünstig verändert haben (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Thüringen). Signifikant positive Veränderungen können hingegen für kein Land festgestellt werden.

Literatur

- Hammer, S., Reiss, K., Lehner, M., Heine, J.-H., Sälzer, C. & Heinze, A. (2016). Mathematische Kompetenz in PISA 2015: Ergebnisse, Veränderungen und Perspektiven. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 219–247). Münster: Waxmann.

1 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.

- KMK (2004) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss Beschluss vom 4.12.2003*. München: Luchterhand.
- KMK (2005) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss. Beschluss vom 15.10.2004*. München: Luchterhand.
- Neubrand, M., Blum, W., Ehmke, T., Jordan, A., Senkbeil, M., Ulfig, F. & Carstensen, C. H. (2005). Mathematische Kompetenz im Ländervergleich. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *Der zweite Vergleich der Länder in Deutschland – was wissen und können Jugendliche?* (S. 51–84). Münster: Waxmann.
- Roppelt, A., Penk, C., Pöhlmann, C. & Pietsch, E. (2013). Der Ländervergleich im Fach Mathematik. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 123–138). Münster: Waxmann.
- Schroeders, U., Hecht, M., Heitmann, P., Jansen, M., Kampa, N., Klebba, N., Lenski, A. & Siegle, T. (2013). Der Ländervergleich in naturwissenschaftlichen Fächern. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 141–158). Münster: Waxmann.
- Statistisches Bundesamt. (2018). *Fachserie 11 Reihe 1 (Bildung und Kultur, Allgemeinbildende Schulen). Schuljahr 2017/18*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00042737/2110100187004_korr27022019.pdf

6.2 Mittelwerte und Streuungen der in den naturwissenschaftlichen Fächern erreichten Kompetenzen

Marlen Holtmann, Benjamin Becker und Sebastian Weirich

Dieses Kapitel beschreibt die Verteilungen der Kompetenzwerte in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik anhand von Mittelwerten und Streuungen. Zudem wird dargestellt, inwieweit zwischen den Jahren 2012 und 2018 Veränderungen in den im Mittel erzielten Kompetenzen und in deren Streuungen aufgetreten sind. Zur Erfassung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen wurden im IQB-Bildungstrend 2018 für jedes Fach Aufgaben zu zwei der in den Bildungsstandards beschriebenen Kompetenzbereiche eingesetzt (KMK, 2005a, 2005b, 2005c): *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*. Eine detaillierte Beschreibung der beiden Kompetenzbereiche in den einzelnen Fächern findet sich in Kapitel 1.2.

Erstmals wurden auf Grundlage der Bildungsstandards der KMK die naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in Deutschland im IQB-Ländervergleich 2012 untersucht. In dieser Studie wurde eine Berichtsmetrik mit einem Mittelwert von $M = 500$ und einer Standardabweichung von $SD = 100$ festgelegt (vgl. Schroeders et al., 2013). Im vorliegenden Kapitel werden Unterschiede in den erreichten Kompetenzen zwischen den Ländern und den Erhebungszeitpunkten als Punktwertdifferenzen auf dieser Berichtsmetrik dargestellt (vgl. Kapitel 3.2). Um die Interpretation der Differenzen zu veranschaulichen, können diese zu Lernzuwächsen ins Verhältnis gesetzt werden, die im Mittel innerhalb eines Schuljahres am Ende der Sekundarstufe I zu erwarten sind (zur Interpretation dieser Werte vgl. Kapitel 3.2). Entsprechende Schätzungen lassen sich aus Daten einer vom IQB durchgeführten Normierungsstudie aus dem Jahr 2011 ableiten, in der die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in den Jahrgangsstufen 9 und 10 jeweils für die beiden Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* in Biologie, Chemie und Physik erfasst wurden.¹ Die Daten weisen darauf hin, dass für Schülerinnen und Schüler, die den Mittleren Schulabschluss (MSA) anstreben, von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe in Biologie im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Mittel ein Lernzuwachs von etwa 20 Punkten, im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* von etwa 25 Punkten zu erwarten ist. In Chemie kann in beiden Kompetenzbereichen von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe durchschnittlich ein Lernzuwachs von etwa 35 Punkten angenommen werden. In Physik ist in beiden Kompetenzbereichen im Mittel von einem entsprechenden Lernzuwachs von 25 Punkten auszugehen.

In Abschnitt 6.2.1 wird zunächst beschrieben, welche naturwissenschaftlichen Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe im Jahr 2018 in den Ländern im Mittel erreichen. Zusätzlich wird die Heterogenität der Kompetenzen untersucht. In Abschnitt 6.2.2 werden Befunde zu den von Schülerinnen und Schülern an Gymnasien erreichten Kompetenzen dargestellt und mit den gymnasialen Beteiligungsquoten in Beziehung gesetzt. Im Anschluss

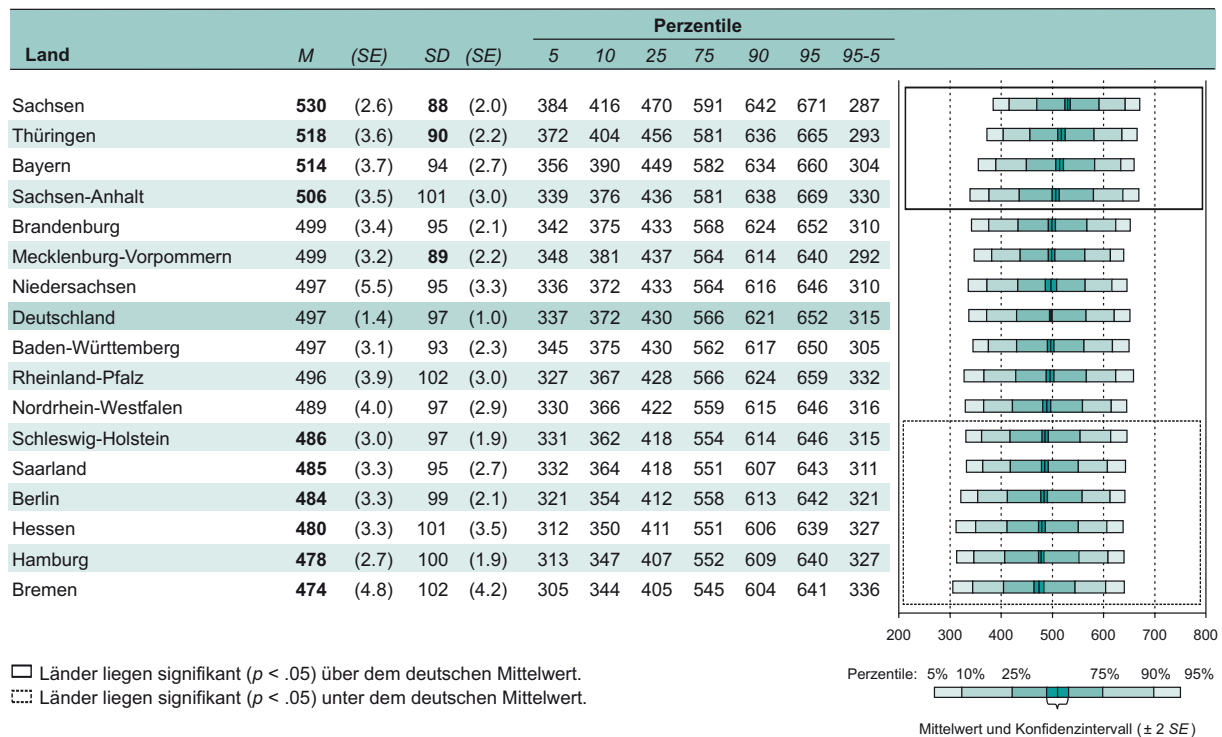
1 Da ein großer Teil der Jugendlichen, die den Hauptschulabschluss (HSA) anstreben, nach der 9. Jahrgangsstufe die Schule verlässt, wäre ein Vergleich der Gesamtpopulationen der beiden Jahrgangsstufen schwer interpretierbar. Daher wurden für die Schätzungen der in der 9. Jahrgangsstufe erreichten Kompetenzen nur Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, die einen Mittleren Schulabschluss (MSA) anstreben.

werden die Veränderungen betrachtet, die für das Niveau und die Heterogenität der Kompetenzen zwischen den Jahren 2012 und 2018 festzustellen sind. Dies wird sowohl für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe (Abschnitt 6.2.3) als auch für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien (Abschnitt 6.2.4) untersucht. In Abschnitt 6.2.5 werden abschließend die zentralen Befunde dieses Kapitels zusammengefasst.

6.2.1 Im Mittel erreichte Kompetenzen und deren Heterogenität im Jahr 2018

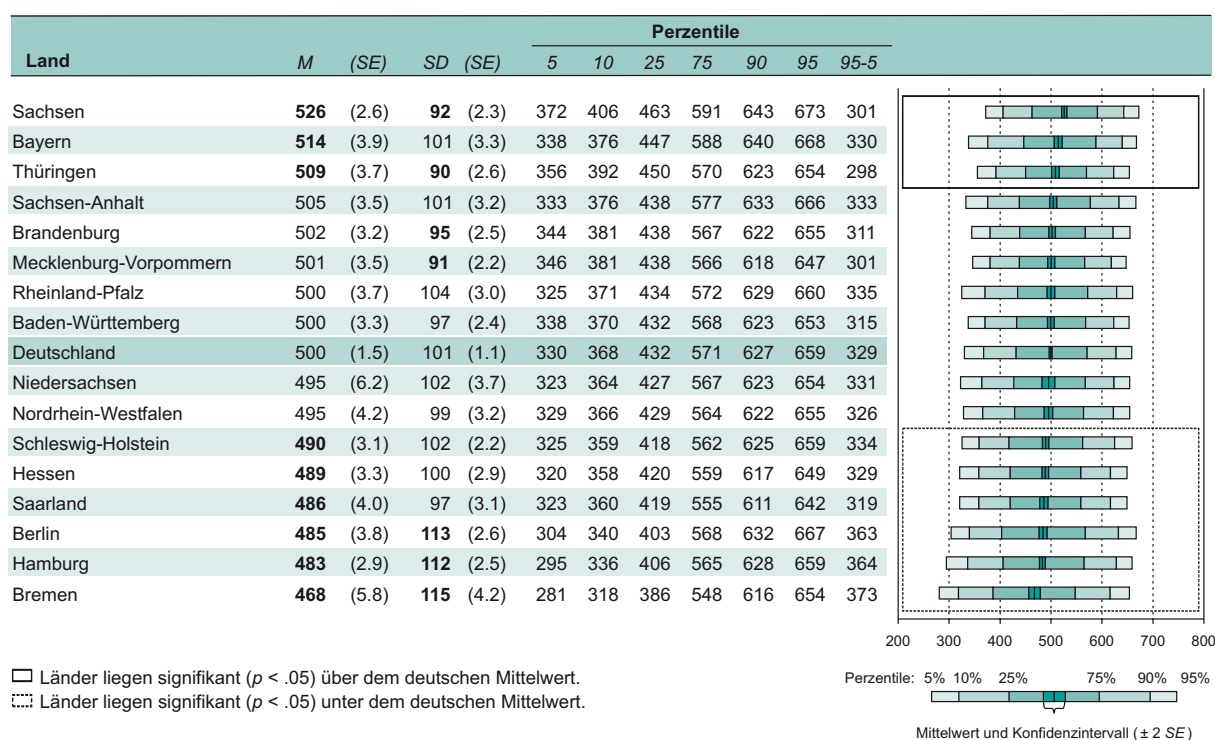
Für die zwei untersuchten Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* sind die ermittelten Länderergebnisse für das Fach Biologie in den Abbildungen 6.7 und 6.8, für das Fach Chemie in den Abbildungen 6.9 und 6.10 und für das Fach Physik in den Abbildungen 6.11 und 6.12 dargestellt. Die Länder sind in diesen Abbildungen absteigend nach dem jeweils erreichten Kompetenzmittelwert geordnet. Im Tabellenteil werden neben den Mittelwerten (M) auch die Standardfehler (SE) als Maß der Unsicherheit, die Standardabweichungen (SD) als Maß der Heterogenität sowie verschiedene Perzentile aufgeführt (vgl. Kapitel 3.2 für die Interpretation dieser statistischen Kennwerte). Im Abbildungsteil ist durch Einrahmungen gekennzeichnet, welche Ländermittelwerte sich signifikant vom deutschen Gesamtmittelwert unterscheiden. Signifikant höhere Landesmittelwerte werden durch einen durchgezogenen Rahmen, signifikant geringere Landesmittelwerte durch einen gestrichelten Rahmen hervorgehoben.

Abbildung 6.7: Mittelwerte, Streuungen, Perzentile und Perzentilbänder der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Biologie im Kompetenzbereich *Fachwissen*



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann der Wert in der Spalte 95-5 minimal von der Differenz der entsprechenden Perzentile abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung. Fett gedruckte Werte unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

Abbildung 6.8: Mittelwerte, Streuungen, Perzentile und Perzentilbänder der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Biologie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann der Wert in der Spalte 95-5 minimal von der Differenz der entsprechenden Perzentile abweichen. *M* = Mittelwert; *SE* = Standardfehler; *SD* = Standardabweichung. Fett gedruckte Werte unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

In die Berechnungen wurden *alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler* einbezogen. Dies schließt Schülerinnen und Schüler ein, bei denen ein sonderpädagogischer Förderbedarf festgestellt wurde, auch wenn sie ziendifferent unterrichtet werden (vgl. Kapitel 3.1 für eine Erläuterung dieses Vorgehens und Kapitel 4 für die Anteile ziendifferent unterrichteter Schülerinnen und Schüler in den Ländern).

In Biologie beträgt der Mittelwert im Jahr 2018 im Kompetenzbereich *Fachwissen* für Deutschland insgesamt 497 Punkte (Abb. 6.7) und im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* 500 Punkte (Abb. 6.8). Im Kompetenzbereich *Fachwissen* liegen zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Landesmittelwert 56 Punkte, was nahezu dem Dreifachen des zu erwartenden Lernzuwachses von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe entspricht. Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* beträgt diese Differenz 58 Punkte; sie entspricht damit ungefähr dem Doppelten des erwarteten Lernzuwachses.

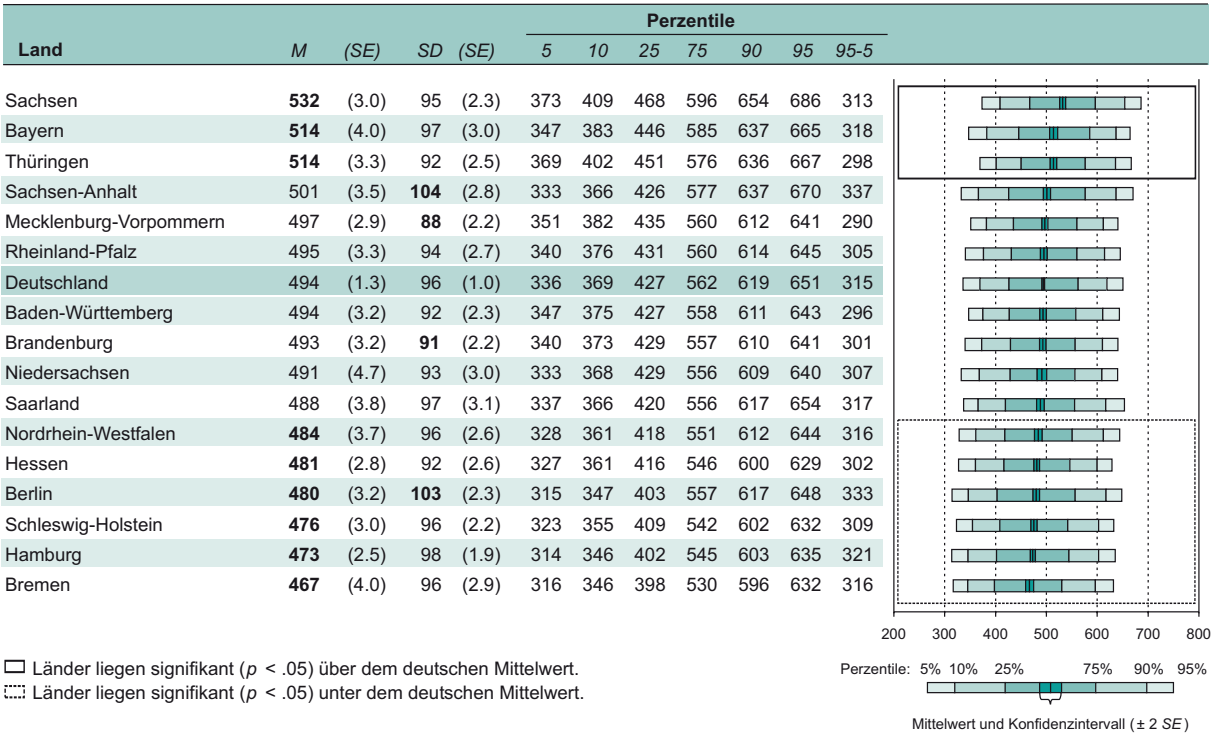
In Bayern, Sachsen und Thüringen erreichen die Schülerinnen und Schüler in beiden Kompetenzbereichen überdurchschnittliche Kompetenzwerte, in Sachsen-Anhalt nur im Bereich *Fachwissen*. In den Ländern Berlin, Bremen, Hamburg, Hessen, Saarland und Schleswig-Holstein erreichen die Schülerinnen und Schüler im Durchschnitt in beiden Kompetenzbereichen im Fach Biologie Kompetenzwerte, die signifikant geringer ausfallen als der deutsche Mittelwert.

Die Standardabweichung im Fach Biologie beträgt in Deutschland insgesamt im Jahr 2018 für den Kompetenzbereich *Fachwissen* 97 Punkte (Abb. 6.7) und für den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* 101 Punkte (Abb. 6.8). In Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Thüringen sind die Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler in beiden Kompetenzbereichen signifikant homogener als in Deutschland insgesamt, im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*

ist dies außerdem in Brandenburg der Fall. Signifikant heterogener im Vergleich zu der für Deutschland ermittelten Streuung sind die Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* in den Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg, im Kompetenzbereich *Fachwissen* sind sie in keinem Land signifikant heterogener. Als zusätzlicher Kennwert für die Heterogenität der erreichten Kompetenzen kann die Breite des Skalenabschnitts zwischen dem 5. und dem 95. Perzentil betrachtet werden. Die Ergebnisse für diesen Indikator decken sich mit den für die Standardabweichung ermittelten Befunden.

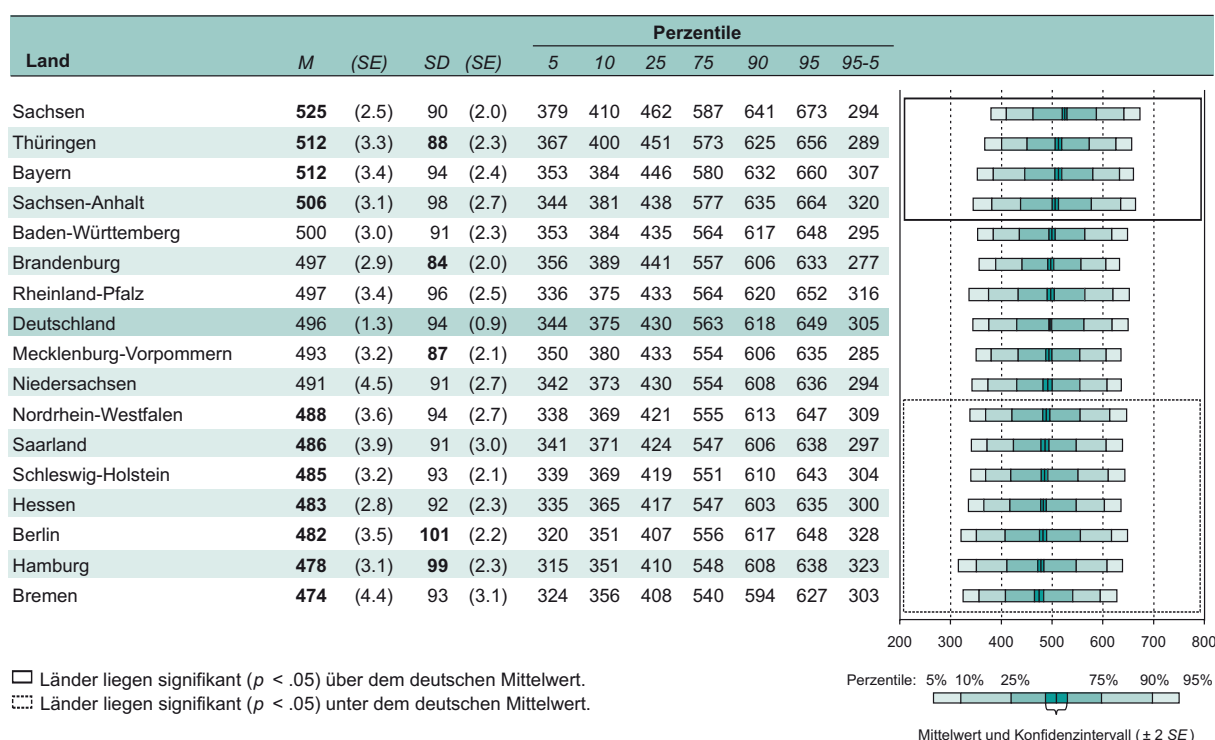
Betrachtet man das Niveau und die Streuung der erreichten Kompetenzen gemeinsam, sind Befundmuster wünschenswert, die durch einen hohen Mittelwert und eine geringe Standardabweichung gekennzeichnet sind. Gerade auch Schülerinnen und Schüler am unteren Rand der Leistungsverteilung sollten einen möglichst hohen Kompetenzwert erreichen. In den beiden Kompetenzbereichen im Fach Biologie wird dieses Befundmuster in Sachsen und in Thüringen am besten erreicht.

Abbildung 6.9: Mittelwerte, Streuungen, Perzentile und Perzentilbänder der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Chemie im Kompetenzbereich *Fachwissen*



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann der Wert in der Spalte 95-5 minimal von der Differenz der entsprechenden Perzentile abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung. Fett gedruckte Werte unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

Abbildung 6.10: Mittelwerte, Streuungen, Perzentile und Perzentilbänder der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Chemie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*



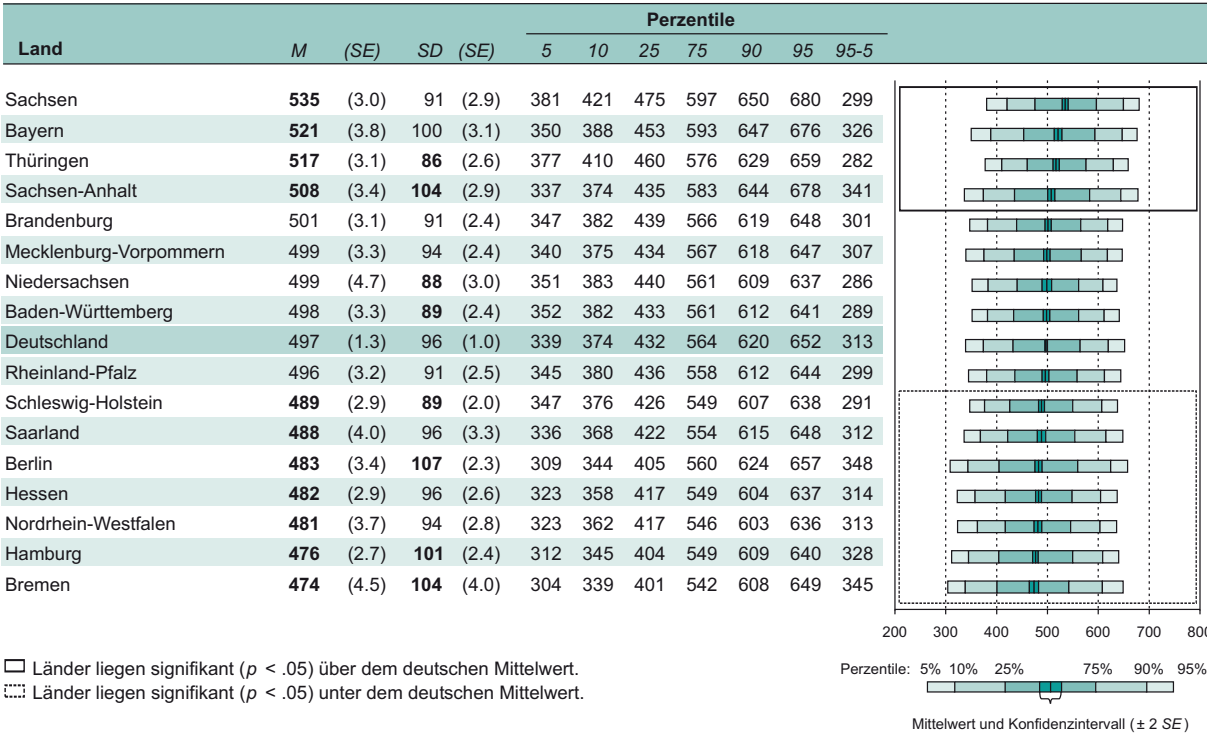
Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann der Wert in der Spalte 95-5 minimal von der Differenz der entsprechenden Perzentile abweichen. *M* = Mittelwert; *SE* = Standardfehler; *SD* = Standardabweichung. Fett gedruckte Werte unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

Im Fach Chemie erreichten im Jahr 2018 die Schülerinnen und Schüler in Deutschland insgesamt im Kompetenzbereich *Fachwissen* 494 Punkte (Abb. 6.9) und im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* 496 Punkte (Abb. 6.10). Die Ländermittelwerte unterscheiden zwischen dem höchsten und geringsten Wert im Kompetenzbereich *Fachwissen* um 65 Punkte und im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* um 51 Punkte. Wie im Fach Biologie sind diese Länderunterschiede größer als der innerhalb eines Schuljahres zu erwartende Lernzuwachs von etwa 35 Punkten.

Auch im Fach Chemie liegen die im Mittel erreichten Kompetenzwerte in Bayern, Sachsen und Thüringen sowie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zusätzlich in Sachsen-Anhalt signifikant über dem deutschen Mittelwert. In Berlin, Bremen, Hamburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein sowie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zusätzlich im Saarland sind sie hingegen signifikant geringer als der deutsche Mittelwert.

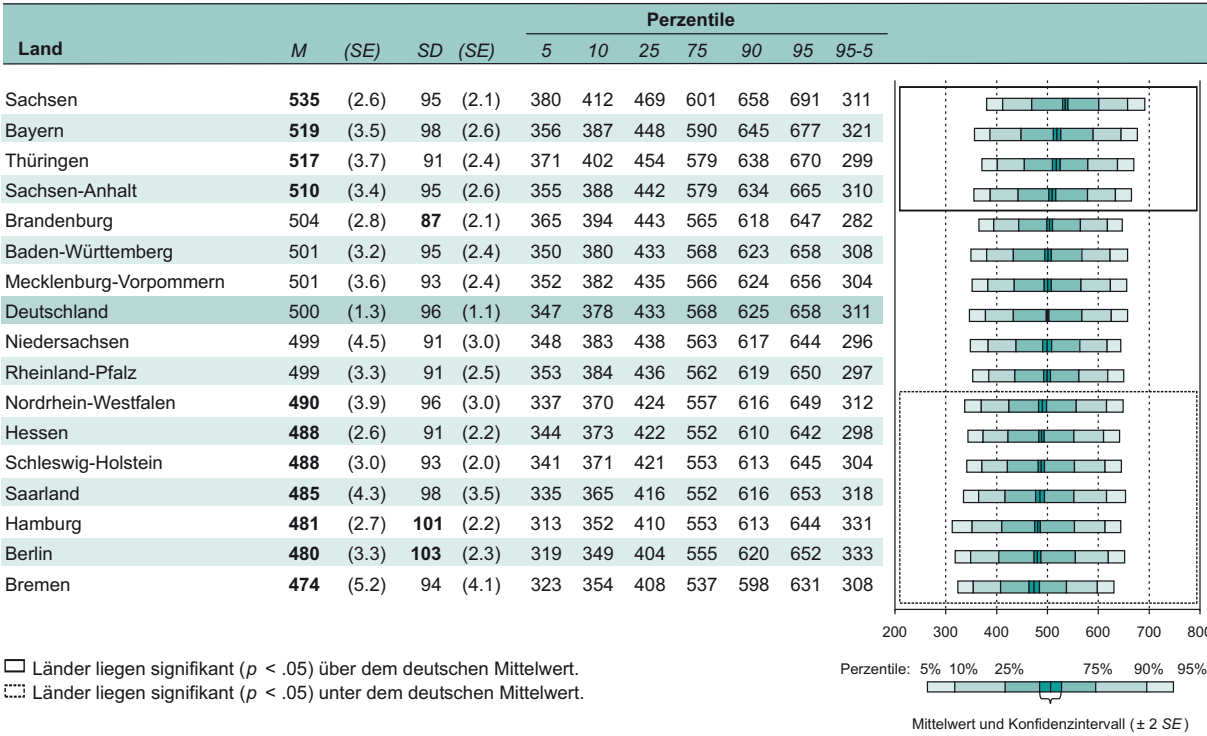
Im Fach Chemie beträgt die Standardabweichung in Deutschland insgesamt im Kompetenzbereich *Fachwissen* 96 Punkte (Abb. 6.9) und im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* 94 Punkte (Abb. 6.10). Signifikant weniger heterogen als in Deutschland insgesamt fallen die Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern sowie im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zusätzlich in Thüringen aus. Signifikant heterogenere Kompetenzwerte als in Deutschland insgesamt sind hingegen im Kompetenzbereich *Fachwissen* in Berlin und Sachsen-Anhalt sowie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* in Berlin und Hamburg zu verzeichnen. Das wünschenswerte Befundmuster insgesamt hoher Kompetenzwerte bei

Abbildung 6.11: Mittelwerte, Streuungen, Perzentile und Perzentilbänder der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Physik im Kompetenzbereich *Fachwissen*



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann der Wert in der Spalte 95-5 minimal von der Differenz der entsprechenden Perzentile abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung. Fett gedruckte Werte unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

Abbildung 6.12: Mittelwerte, Streuungen, Perzentile und Perzentilbänder der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Physik im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann der Wert in der Spalte 95-5 minimal von der Differenz der entsprechenden Perzentile abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung. Fett gedruckte Werte unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

einer geringen Standardabweichung wird im Fach Chemie in Thüringen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* am besten erzielt.

Für das Fach Physik beträgt der gesamtdeutsche Mittelwert im Kompetenzbereich *Fachwissen* 497 Punkte (Abb. 6.11) und im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* 500 Punkte (Abb. 6.12). Die Differenz der in den einzelnen Ländern erreichten Kompetenzen beträgt in beiden Kompetenzbereichen 61 Punkte und entspricht somit mehr als dem Zweifachen des innerhalb eines Jahres zu erwartenden Kompetenzzuwachses.

In beiden Kompetenzbereichen erreichen die Schülerinnen und Schüler in Bayern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen im Mittel Kompetenzen, die signifikant über dem deutschen Mittelwert liegen. In den Ländern Berlin, Bremen, Hamburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Saarland und Schleswig-Holstein liegen die Mittelwerte hingegen jeweils signifikant unter dem deutschen Durchschnitt.

Die Standardabweichung im Fach Physik beträgt für Deutschland insgesamt in beiden Kompetenzbereichen 96 Punkte (Abb. 6.11 und Abb. 6.12). Signifikant homogener sind die Kompetenzwerte im Kompetenzbereich *Fachwissen* in Baden-Württemberg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Brandenburg. Signifikant heterogenere Leistungen als in Deutschland insgesamt sind dagegen in Berlin und Hamburg sowie im Kompetenzbereich *Fachwissen* zusätzlich Bremen und Sachsen-Anhalt zu verzeichnen. Hohe Kompetenzwerte mit geringer Standardabweichung sind im Fach Physik in Thüringen im Kompetenzbereich *Fachwissen* am ehesten zu beobachten.

6.2.2 Im Mittel erreichte Kompetenzen und deren Heterogenität im Jahr 2018 für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien

In den 16 Ländern existiert in der Sekundarstufe I eine Vielzahl unterschiedlicher beziehungsweise unterschiedlich benannter Schularten. Im Folgenden sollen die Ergebnisse für die Schulart Gymnasium separat ausgewiesen werden.

In Tabelle 6.1 sind die durchschnittlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien in den sechs im IQB-Bildungstrend 2018 untersuchten naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen sowie die dazugehörigen Standardfehler (*SE*) dargestellt. In Deutschland liegen die an Gymnasien im Durchschnitt erzielten Kompetenzen 70 bis 75 Punkte über dem Durchschnitt aller Neuntklässlerinnen und Neuntklässler. Für die einzelnen Länder zeigen sich dabei ähnliche Muster wie bei den Leistungsmittelwerten der gesamten Schülerschaft. Auch an den Gymnasien erreichen die Schülerinnen und Schüler in Bayern, Sachsen und Sachsen-Anhalt in mindestens fünf Kompetenzbereichen überdurchschnittliche Leistungen. Die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien in Berlin, Brandenburg, Hamburg, Hessen und Nordrhein-Westfalen hingegen fallen in mindestens drei Kompetenzbereichen unterdurchschnittlich aus. Während die Kompetenzmittelwerte der gesamten Schülerschaft in Bremen, im Saarland und in Schleswig-Holstein unter dem bundesdeutschen Durchschnitt liegen, unterscheiden sich die Leistungen an den Gymnasien in diesen Ländern zumeist nicht vom deutschen Mittelwert. Hingegen weisen die Schülerinnen und Schüler an den Gymnasien in Brandenburg in vier der sechs Kompetenzbereiche unterdurchschnittliche Leistungen auf, obwohl zugleich die mittleren

Tabelle 6.1: Mittelwerte und Streuungen der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien für die naturwissenschaftlichen Fächer in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*

Land	Gymnasialquote in %	Biologie Fachwissen			Biologie Erkenntnisgewinnung			Chemie Fachwissen			Chemie Erkenntnisgewinnung			Physik Fachwissen			Physik Erkenntnisgewinnung		
		M	(SE)	SD (SE)	M	(SE)	SD (SE)	M	(SE)	SD (SE)	M	(SE)	SD (SE)	M	(SE)	SD (SE)	M	(SE)	SD (SE)
Baden-Württemberg	34.5	568	(4.6)	73 (2.8)	569	(4.6)	76 (3.1)	568	(4.5)	68 (3.2)	572	(4.6)	69 (3.0)	573	(4.7)	64 (2.8)	580	(4.8)	71 (3.3)
Bayern	30.3	590	(4.5)	67 (3.2)	595	(4.1)	70 (3.3)	598	(4.1)	65 (2.9)	587	(3.8)	67 (3.2)	607	(4.4)	67 (2.9)	601	(4.3)	71 (3.1)
Berlin	40.7	552	(5.1)	77 (3.4)	564	(5.6)	87 (3.8)	554	(5.0)	80 (3.2)	554	(5.4)	79 (3.7)	558	(5.4)	82 (3.7)	555	(5.4)	81 (3.3)
Brandenburg	41.3	566	(4.2)	73 (2.0)	563	(3.5)	76 (2.5)	555	(4.5)	72 (2.5)	555	(3.6)	65 (1.9)	567	(4.4)	68 (2.5)	565	(3.8)	69 (2.5)
Bremen	25.6	552	(12.0)	83 (6.9)	548	(14.6)	103 (7.6)	552	(13.4)	84 (10.3)	554	(11.2)	73 (6.4)	559	(12.0)	84 (6.7)	547	(14.7)	80 (6.2)
Hamburg	42.4	550	(4.1)	74 (2.0)	559	(4.9)	83 (2.6)	544	(4.5)	74 (2.3)	544	(5.2)	79 (2.8)	549	(4.8)	76 (2.6)	553	(4.6)	76 (2.6)
Hessen	39.2	547	(4.1)	76 (2.9)	556	(3.7)	79 (2.7)	545	(3.4)	71 (2.8)	544	(3.6)	76 (2.3)	550	(3.7)	73 (3.5)	550	(3.9)	76 (2.3)
Mecklenburg-Vorpommern	38.2	568	(3.9)	64 (2.9)	566	(4.9)	69 (2.9)	564	(4.4)	66 (2.8)	559	(4.5)	66 (2.6)	571	(4.5)	67 (2.8)	569	(4.9)	74 (2.6)
Niedersachsen	35.7	568	(5.6)	70 (3.2)	572	(5.2)	75 (3.3)	562	(4.9)	68 (2.8)	557	(4.8)	70 (3.1)	570	(4.8)	59 (2.8)	572	(4.2)	66 (2.9)
Nordrhein-Westfalen	35.1	565	(4.6)	74 (3.1)	567	(4.9)	78 (2.8)	557	(4.5)	77 (3.0)	565	(4.4)	72 (2.8)	551	(4.8)	74 (2.7)	563	(5.2)	76 (2.9)
Rheinland-Pfalz	34.7	572	(4.9)	78 (3.7)	580	(5.2)	75 (3.5)	570	(4.6)	70 (3.0)	575	(5.1)	70 (2.7)	569	(4.6)	67 (2.9)	572	(4.3)	68 (2.6)
Saarland	34.1	565	(6.2)	75 (4.3)	565	(7.2)	73 (4.9)	571	(6.8)	76 (4.4)	559	(7.2)	73 (4.2)	571	(7.9)	73 (4.3)	567	(9.4)	80 (5.3)
Sachsen	37.6	594	(4.3)	68 (2.6)	593	(4.0)	71 (3.0)	607	(4.6)	71 (2.7)	594	(3.9)	69 (2.6)	606	(4.6)	67 (2.5)	607	(4.1)	74 (3.2)
Sachsen-Anhalt	38.0	588	(5.0)	72 (3.3)	583	(5.0)	74 (3.9)	585	(4.4)	74 (3.3)	587	(4.1)	69 (3.0)	593	(4.7)	75 (3.4)	586	(4.5)	69 (3.9)
Schleswig-Holstein	31.0	573	(4.1)	70 (3.1)	578	(4.4)	79 (3.4)	559	(3.8)	73 (2.6)	570	(4.1)	70 (2.5)	571	(3.8)	66 (2.4)	576	(4.0)	68 (2.8)
Thüringen	35.9	590	(4.6)	69 (2.5)	574	(4.9)	70 (2.4)	593	(4.2)	68 (2.8)	575	(4.4)	72 (3.1)	588	(4.3)	64 (2.8)	586	(5.9)	75 (3.2)
Deutschland	35.1	570	(1.5)	73 (0.9)	573	(1.5)	77 (0.9)	568	(1.4)	74 (0.9)	568	(1.4)	72 (0.9)	571	(1.5)	72 (1.0)	574	(1.6)	75 (1.0)

Anmerkungen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung.

Fett gedruckte Werte unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

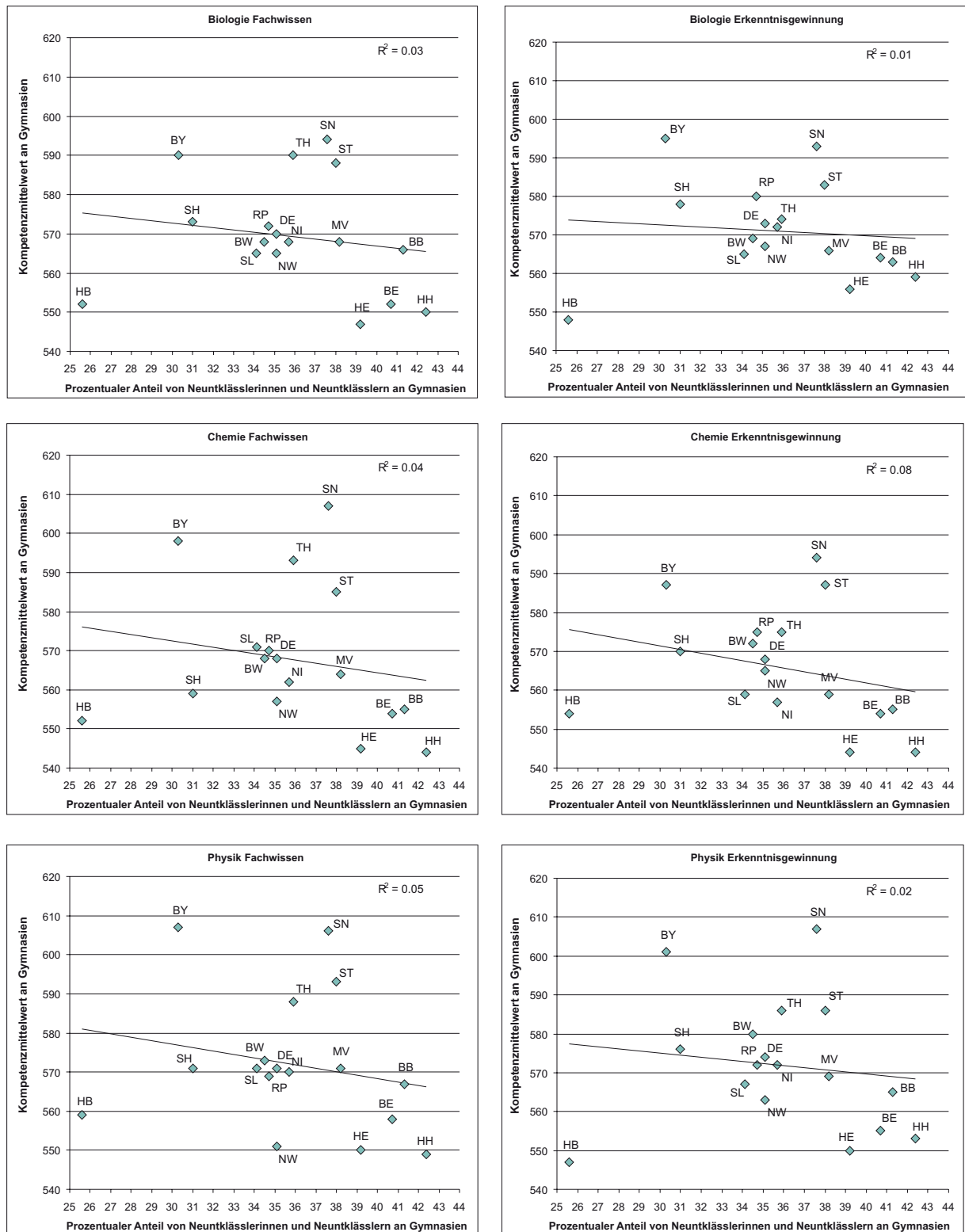
Quelle für die Angaben zur Gymnasialquote: Eigene Berechnungen auf Basis von Tabelle 3.4 aus der Fachserie 11, Reihe 1 des Statistischen Bundesamtes (2018).

Kompetenzwerte der gesamten Schülerschaft dieses Landes nicht signifikant vom deutschen Mittelwert abweichen.

Mit einer Standardabweichung (*SD*) von 72 bis 77 Punkten (Tab. 6.1) sind in Deutschland insgesamt die Kompetenzen an Gymnasien erwartungsgemäß homogener als in der gesamten Schülerschaft. Im Vergleich dazu fallen in Mecklenburg-Vorpommern die von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten erreichten Kompetenzen in vier Kompetenzbereichen homogener aus. Insgesamt zeigt sich in keinem der Länder ein über alle Kompetenzbereiche hinweg konsistentes Muster in den Streuungen. Das wünschenswerte Befundmuster von hohen Kompetenzmittelwerten und geringer Streuung wird vor allem in Biologie *Erkenntnisgewinnung* und in Chemie *Fachwissen* in Bayern sowie in Physik *Fachwissen* in Sachsen und Thüringen erzielt.

Unterschiede zwischen Ländern in den an Gymnasien erreichten Kompetenzen dürften nicht nur auf Unterschiede in der Effektivität des Unterrichts zurückzuführen sein, sondern könnten auch durch unterschiedliche gymnasiale Beteiligungsquoten verursacht werden. Die zusätzlich in Tabelle 6.1 eingetragene gymnasiale Beteiligungsquote, also derjenige Anteil der Schülerinnen und Schüler eines bestimmten Jahrgangs, der ein Gymnasium besucht, variiert erheblich zwischen den Ländern (vgl. Kapitel 3.1). Geht man davon aus, dass kognitive Fähigkeiten normalverteilt sind und sich Schülerinnen und Schüler, die ein Gymnasium besuchen, tendenziell am oberen Ende dieser Verteilung befinden, wäre anzunehmen, dass die an Gymnasien erzielten Kompetenzen in denjenigen Ländern am höchsten ausfallen, in denen die gymnasiale Beteiligungsquote am geringsten ist. Tatsächlich hat sich mehrfach empirisch gezeigt, dass eine niedrigere gymnasiale Beteiligungsquote tendenziell mit einem höhe-

Abbildung 6.13: Zusammenhang zwischen der gymnasialen Beteiligungsquote und den Kompetenzmittelwerten von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien in den naturwissenschaftlichen Fächern



Anmerkungen. BB = Brandenburg; BE = Berlin; BW = Baden-Württemberg; BY = Bayern; HB = Bremen; HE = Hessen; HH = Hamburg; MV = Mecklenburg-Vorpommern; NI = Niedersachsen; NW = Nordrhein-Westfalen; RP = Rheinland-Pfalz; SH = Schleswig-Holstein; SL = Saarland; SN = Sachsen; ST = Sachsen-Anhalt; TH = Thüringen; DE = Deutschland; R^2 = Determinationskoeffizient.

Quelle für die Angaben zur Gymnasialquote: Eigene Berechnungen auf Basis von Tabelle 3.4 aus der Fachserie 11, Reihe 1 des Statistischen Bundesamtes (2018).

ren Leistungsmittelwert der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten einhergeht (z. B. Neubrand et al., 2005), wobei dieser Zusammenhang keinesfalls perfekt ist (z. B. Roppelt et al., 2013; Schroeders et al., 2013).

Um zu bestimmen, ob im IQB-Bildungstrend 2018 ein Zusammenhang auf Länderebene zwischen den gymnasialen Beteiligungsquoten und den in den naturwissenschaftlichen Fächern im Mittel erreichten Kompetenzen besteht, werden die Befunde zu dieser Fragestellung in Abbildung 6.13 grafisch dargestellt. In der Abbildung sind die gymnasialen Beteiligungsquoten in den Ländern auf der x-Achse gegen die mittleren Kompetenzen der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in den untersuchten naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen auf der y-Achse abgetragen. Die Positionen der 16 Länder sind mit Rauten innerhalb dieses Koordinatensystems markiert.

In den naturwissenschaftlichen Fächern erklären die Unterschiede in den Gymnasialbeteiligungsquoten zwischen einem und acht Prozent der Varianz in den Kompetenzmittelwerten der Länder ($R^2 = 0.01$ in Biologie *Erkenntnisgewinnung* und $R^2 = 0.08$ in Chemie *Erkenntnisgewinnung*). Die Kopplungen zwischen der Beteiligungsquote und den in den naturwissenschaftlichen Fächern erzielten Kompetenzmittelwerten an Gymnasien sind im IQB-Bildungstrend 2018 gering. Auch im IQB-Ländervergleich 2012 wurden maximal zehn Prozent der Varianz zwischen den mittleren Kompetenzen der Länder durch die Unterschiede in der Gymnasialquote erklärt ($R^2 = 0.01$ in Biologie *Fachwissen* und Chemie *Fachwissen* und $R^2 = 0.10$ in Biologie *Erkenntnisgewinnung*) (Schroeders et al., 2013, S. 152). Im Vergleich zu den Befunden des IQB-Ländervergleichs 2012 sind die linearen Beziehungen zwischen Gymnasialbeteiligungsquote und Kompetenzmittelwerten an Gymnasien im Bildungstrend 2018 also ähnlich schwach ausgeprägt.

Wie im Fach Mathematik werden in Bremen bei niedriger Gymnasialquote geringe mittlere Kompetenzen, in Bayern hingegen bei relativ niedriger gymnasialer Beteiligungsquote hohe mittlere Kompetenzen erreicht. Auffällig ist zudem das Muster der ostdeutschen Spitzengruppe (Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen), in der – ähnlich wie im IQB-Ländervergleich 2012 – überdurchschnittliche Leistungen mit recht hohen Gymnasialquoten einhergehen. Allgemein deuten die Befunde darauf hin, dass die gymnasiale Beteiligungsquote mit den an den Gymnasien erzielten Kompetenzwerten in den naturwissenschaftlichen Fächern nur schwach zusammenhängt (vgl. Schroeders et al., 2013).

6.2.3 Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 im Mittel erreichten Kompetenzen

Ein zentrales Anliegen des IQB-Bildungstrends 2018 besteht in der Untersuchung von Trends über die Zeit. In diesem Abschnitt wird daher geprüft, inwieweit sich die von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern im Durchschnitt erreichten Kompetenzen in den naturwissenschaftlichen Fächern zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Dabei werden zwei Perspektiven eingenommen (vgl. Kapitel 1.1): Zunächst werden die in den Jahren 2012 und 2018 im Mittel erzielten Kompetenzen verglichen, um festzustellen, ob innerhalb der Länder signifikante Trends vorliegen. Anschließend werden die Veränderungen innerhalb der Länder mit den für Deutschland insgesamt ermittelten Veränderungen verglichen, um zu bestimmen, ob diese signifikant stärker oder schwächer ausfallen. Auf sol-

Abbildung 6.14: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Biologie im Kompetenzbereich *Fachwissen*

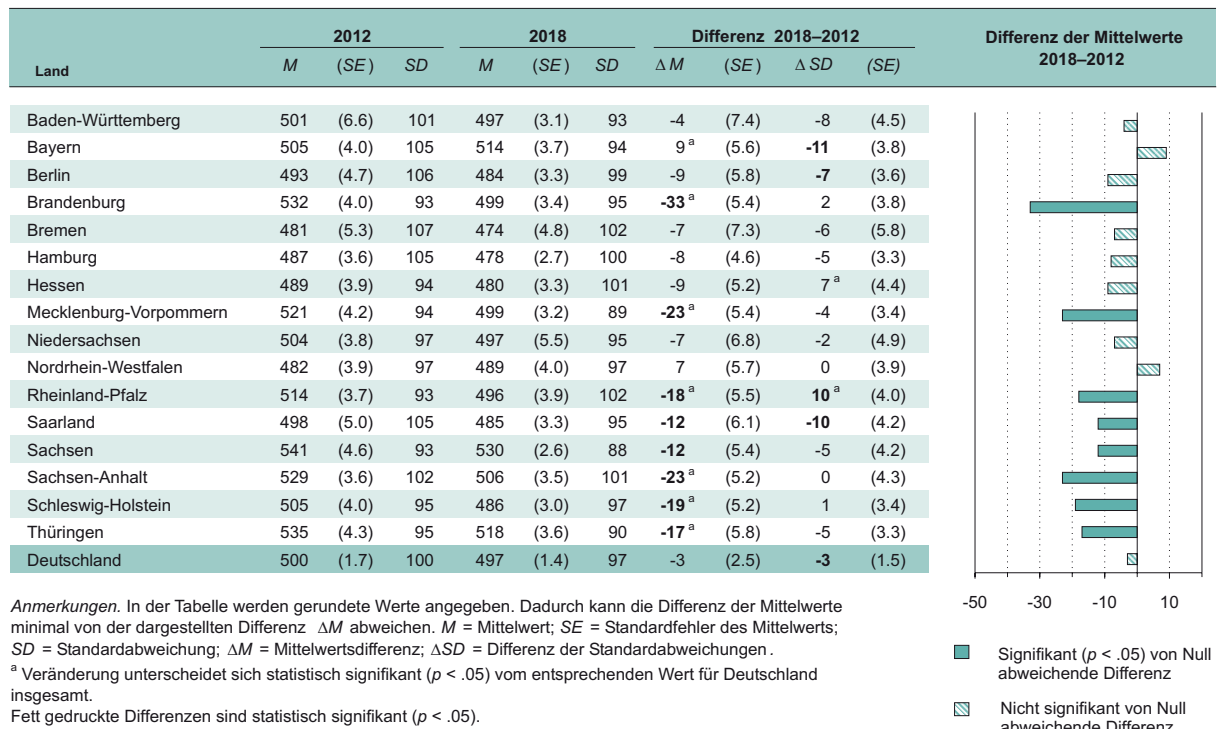
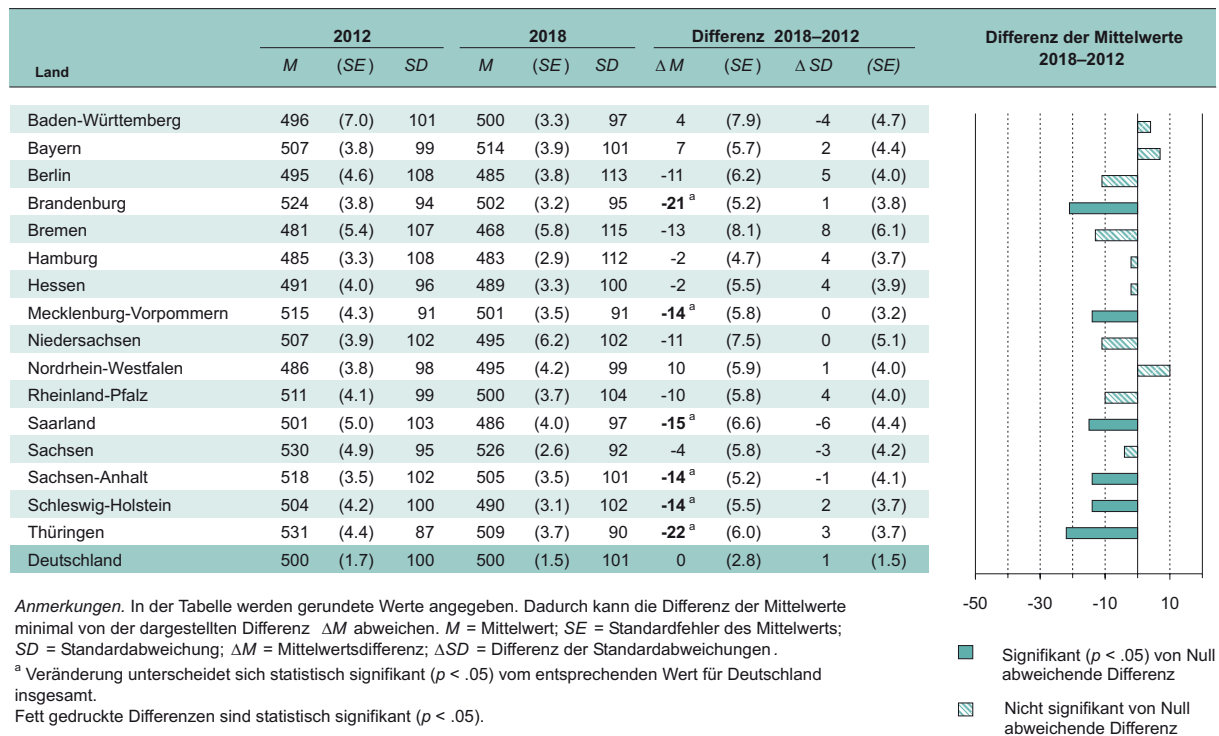


Abbildung 6.15: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Biologie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*



che Unterschiede wird im Text allerdings nur dann eingegangen, wenn auch die jeweilige Veränderung innerhalb des Landes signifikant ist.

Für das Fach Biologie sind die Veränderungen in den Mittelwerten für den Kompetenzbereich *Fachwissen* in Abbildung 6.14 und für den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* in Abbildung 6.15 dargestellt. Die Leistungsmittelwerte für Deutschland insgesamt sind in beiden Bereichen stabil geblieben. Während für kein Land im Fach Biologie ein signifikant positiver Trend festzustellen ist, fallen die Veränderungen in einigen Ländern signifikant negativ aus. So werden im Bereich *Fachwissen* im Jahr 2018 in den acht Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen signifikant geringere Kompetenzwerte erreicht als im Jahr 2012. Der Rückgang um 12 bis 33 Punkte entspricht in etwa einem halben bis anderthalb Schuljahren. In Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und in Thüringen fällt die Veränderung signifikant stärker aus als in Deutschland insgesamt. Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* haben sich die Leistungsmittelwerte in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Saarland, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen signifikant verringert. Der Rückgang von 14 bis 22 Punkten entspricht in etwa einem halben bis einem ganzen Schuljahr und unterscheidet sich in allen sechs Ländern vom ermittelten Wert für Deutschland insgesamt.

Die Streuung der erzielten Kompetenzen im Bereich *Fachwissen* ist in Deutschland insgesamt gesunken, wobei sich die Heterogenität in Rheinland-Pfalz signifikant vergrößert und in Bayern, Berlin und im Saarland signifikant verringert hat. In Biologie *Erkenntnisgewinnung* ist die Streuung in den Kompetenzwerten bundesweit und in den einzelnen Ländern stabil geblieben.

Abbildung 6.16 und Abbildung 6.17 stellen die Veränderungen in den Mittelwerten im Fach Chemie für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* dar. In Deutschland insgesamt fällt im Jahr 2018 der Kompetenzmittelwert im Bereich *Fachwissen* signifikant geringer aus als im Jahr 2012, im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ist er hingegen stabil geblieben. Auch im Fach Chemie ist in keinem Land ein signifikant positiver Trend zu beobachten. In den Ländern Brandenburg, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen sind im Jahr 2018 im Kompetenzbereich *Fachwissen* signifikant geringere Leistungsmittelwerte zu verzeichnen als im Jahr 2012. Der Rückgang um 10 bis 37 Punkte entspricht in etwa einem Drittel bis einem Schuljahr. Die ungünstigen Veränderungen in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen sind dabei signifikant stärker ausgeprägt als in Deutschland insgesamt. Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* ist in Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und in Thüringen ein signifikanter Rückgang in den mittleren Kompetenzen festzustellen. Dieser umfasst 11 bis 34 Punkte und entspricht zwischen einem Drittel und einem Schuljahr. Er fällt in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen signifikant ungünstiger aus als in Deutschland insgesamt.

Bundesweit und auf Länderebene ist die Streuung der Kompetenzen im Bereich *Fachwissen* stabil geblieben. Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* ist bundesweit sowie in Baden-Württemberg, Brandenburg, Bremen und Nordrhein-Westfalen eine signifikante Verringerung der Heterogenität zu beobachten.

Abbildung 6.16: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Chemie im Kompetenzbereich *Fachwissen*

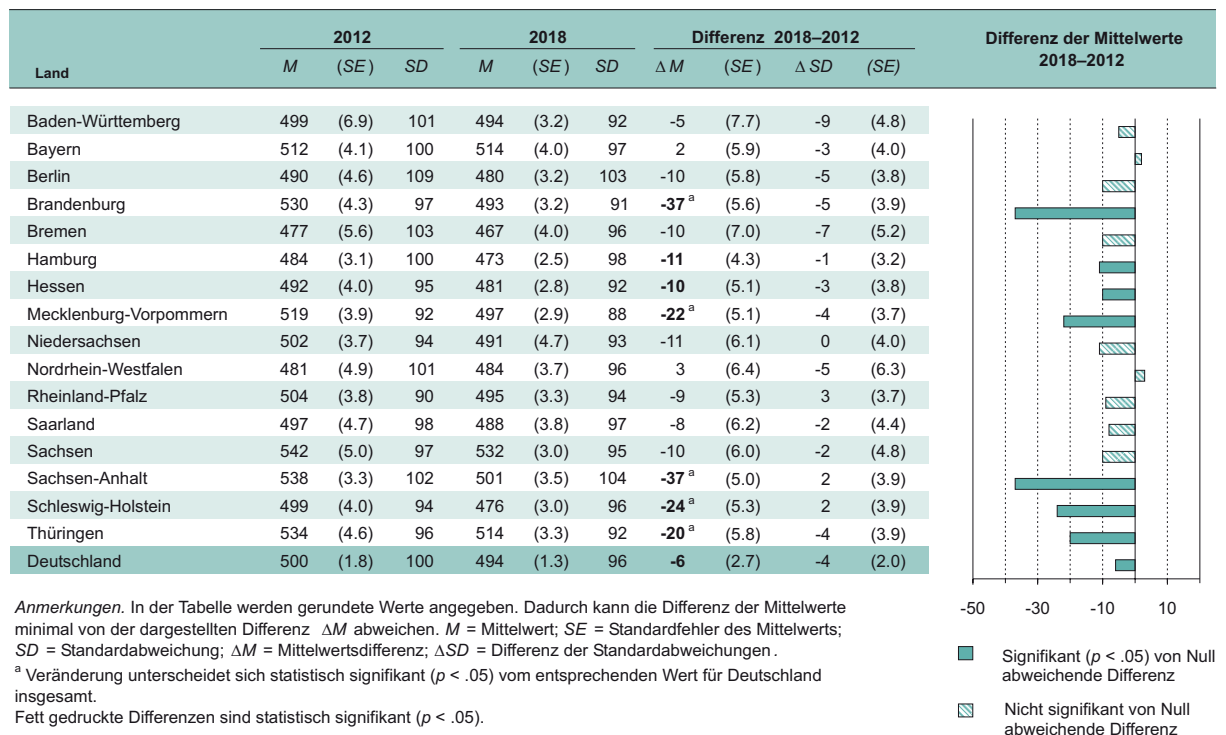


Abbildung 6.17: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Chemie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*

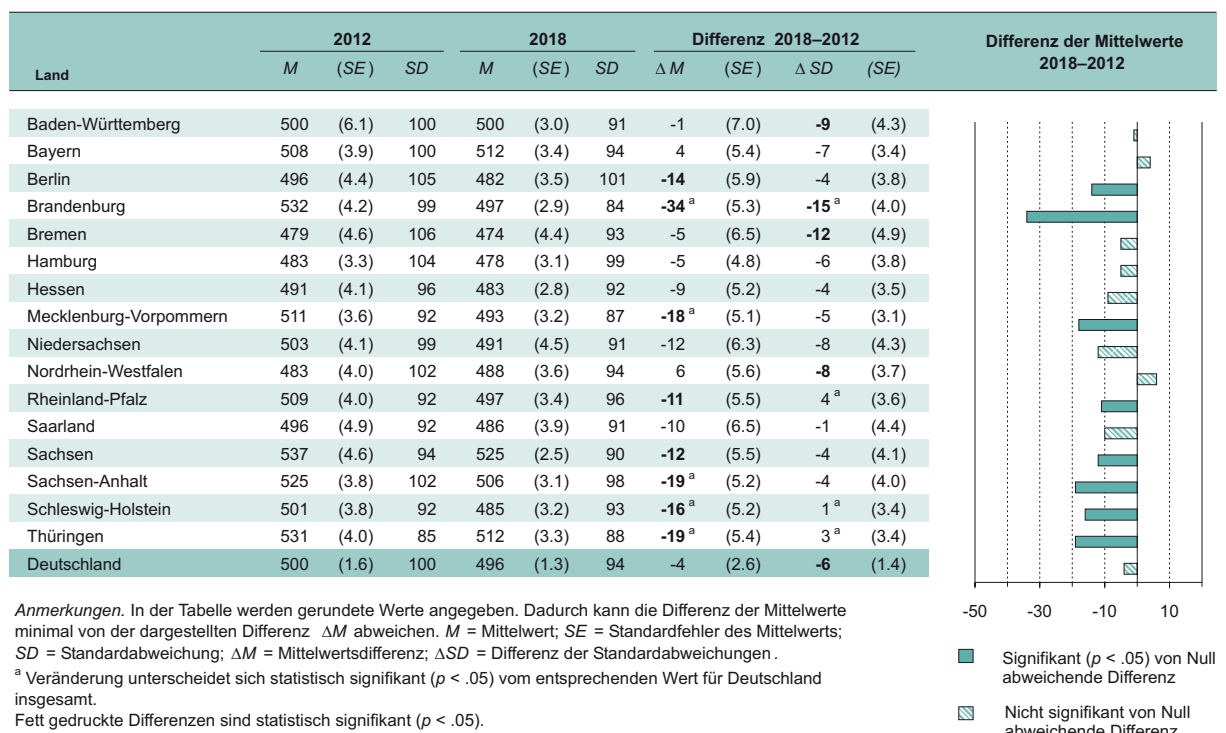


Abbildung 6.18: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Physik im Kompetenzbereich *Fachwissen*

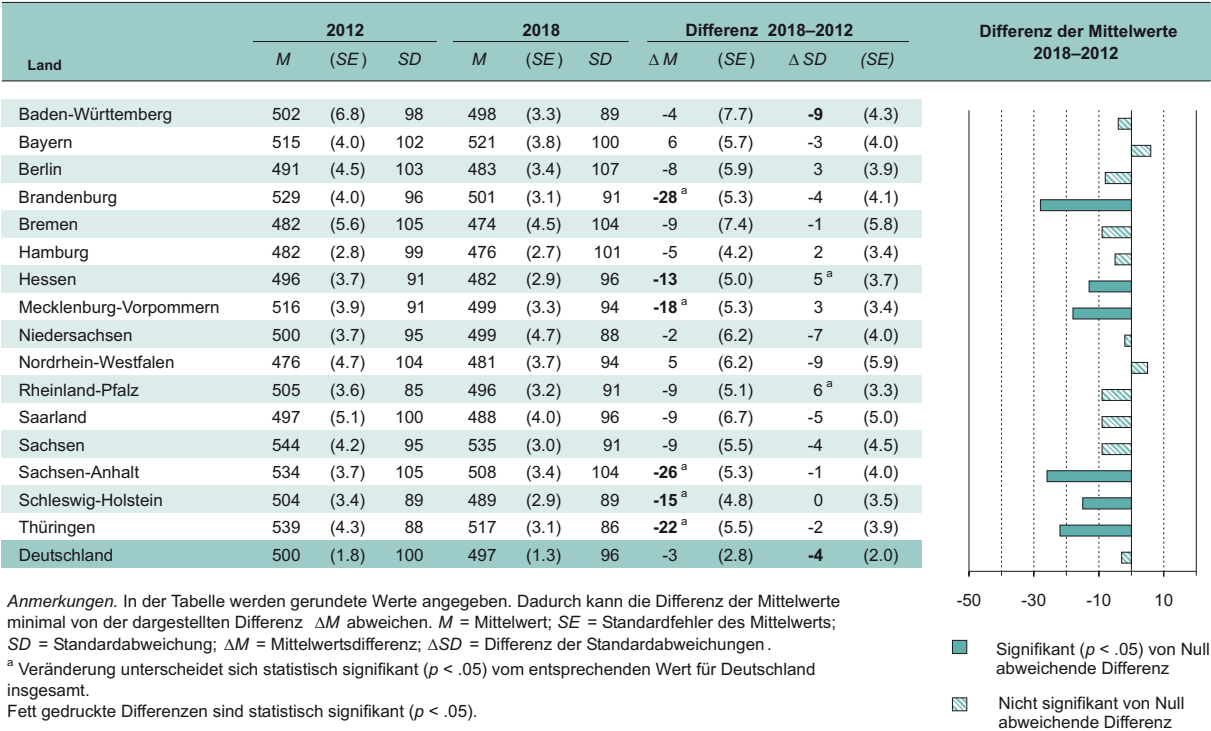
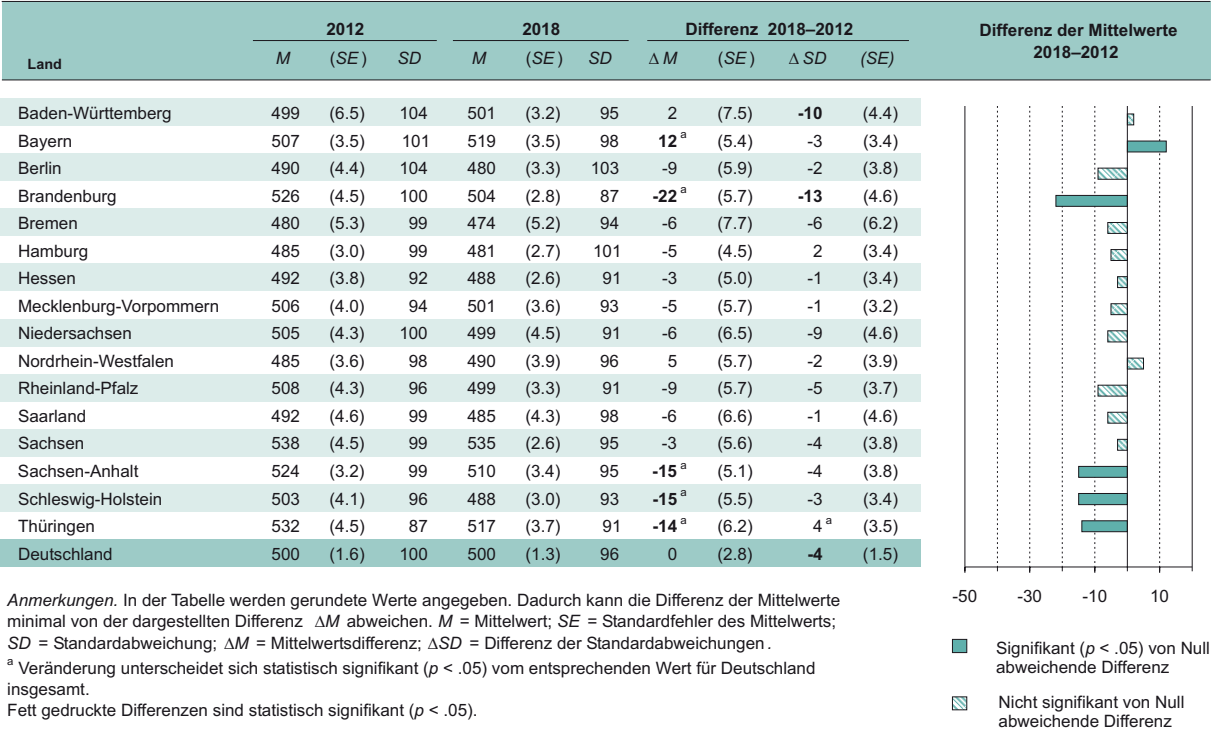


Abbildung 6.19: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe im Fach Physik im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*

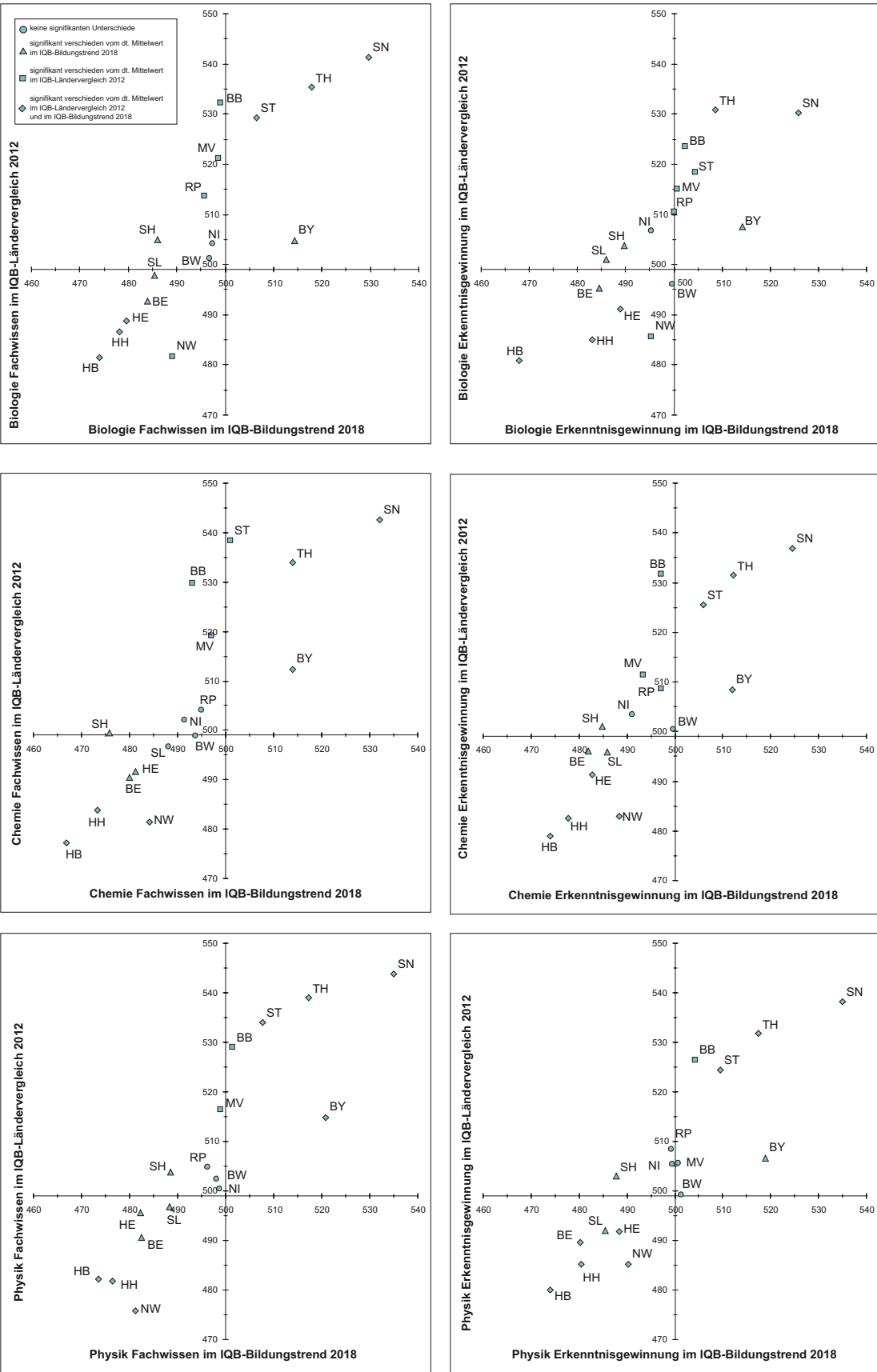


In Abbildung 6.18 und in Abbildung 6.19 sind die Veränderungen in den Mittelwerten im Fach Physik für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* abgebildet. Für Deutschland insgesamt sind in den beiden Kompetenzbereichen keine signifikanten Veränderungen in den mittleren Kompetenzen festzustellen. Im Bereich *Fachwissen* ist in keinem Land ein signifikant positiver Trend festzustellen. Hier weisen Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen im Jahr 2018 signifikant geringere Kompetenzmittelwerte auf als im Jahr 2012. Die Rückgänge von 13 bis 28 Punkten entsprechen in etwa dem erwarteten Lernzuwachs von einem halben bis einem Schuljahr und unterscheiden sich – mit Ausnahme von Hessen – signifikant von Deutschland insgesamt. In Bayern wurde im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* eine Verbesserung in den Kompetenzmittelwerten erreicht, die mit 12 Punkten einem halben Schuljahr entspricht und sich signifikant vom Wert für Deutschland insgesamt unterscheidet. Hier ist in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen ein signifikanter Rückgang in den mittleren Kompetenzen zu beobachten. Mit 14 bis 22 Punkten entspricht dieser ebenfalls in etwa einem halben bis einem Schuljahr. In diesen Ländern sind die Veränderungen signifikant stärker ausgeprägt als in Deutschland insgesamt.

Die Heterogenität der erreichten Kompetenzen ist im Fach Physik in beiden Kompetenzbereichen bundesweit und in Baden-Württemberg gesunken. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* sind die im Mittel erreichten Kompetenzwerte zudem in Brandenburg im Jahr 2018 weniger heterogen als im Jahr 2012.

In Abbildung 6.20 sind die Kompetenzmittelwerte der Länder in den beiden Erhebungsjahren 2012 und 2018 dargestellt. Der Wert auf der x-Achse entspricht dabei dem Kompetenzmittelwert für das Jahr 2018 und der Wert auf der y-Achse dem Kompetenzmittelwert für das Jahr 2012. Die beiden Koordinatenachsen schneiden sich im deutschen Mittelwert des jeweiligen Erhebungsjahres. Im Quadranten I des Koordinatensystems (oben rechts) sind Länder positioniert, in denen die mittleren Kompetenzen in beiden Erhebungsjahren über dem bundesweiten Mittelwert liegen. Im Quadranten III (unten links) befinden sich solche Länder, in denen in beiden Jahren Kompetenzmittelwerte unterhalb des deutschen Mittelwerts erreicht werden. Die statistische Signifikanz der Unterschiede zum Bundesdurchschnitt wird mit unterschiedlichen Symbolen markiert, die kennzeichnen, ob sich der Kompetenzmittelwert des jeweiligen Landes in beiden Erhebungen (Raute), nur im Jahr 2012 (Quadrat), nur im Jahr 2018 (Dreieck) oder in keiner der beiden Erhebungen (Kreis) statistisch signifikant vom jeweiligen deutschen Mittelwert unterscheidet.

Abbildung 6.20: Ländermittelwerte in den Kompetenzbereichen der naturwissenschaftlichen Fächer im IQB-Ländervergleich 2012 und im IQB-Bildungstrend 2018



Anmerkungen. BB = Brandenburg; BE = Berlin; BW = Baden-Württemberg; BY = Bayern; HB = Bremen; HE = Hessen; HH = Hamburg; MV = Mecklenburg-Vorpommern; NI = Niedersachsen; NW = Nordrhein-Westfalen; RP = Rheinland-Pfalz; SH = Schleswig-Holstein; SL = Saarland; SN = Sachsen; ST = Sachsen-Anhalt; TH = Thüringen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in Sachsen und Thüringen zu beiden Erhebungszeitpunkten signifikant höhere Kompetenzmittelwerte in allen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen erreichen als Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in Deutschland insgesamt. In Bayern und Sachsen-Anhalt fallen in drei beziehungsweise in vier Kompetenzbereichen die mittleren Leistungen signifikant höher aus als im Bundesdurchschnitt. In Bremen und Hamburg werden in allen Kompetenzbereichen, in Hessen und Nordrhein-Westfalen in vier Kompetenzbereichen und in Berlin in einem der sechs Kompetenzbereiche zu beiden Erhebungszeitpunkten signifikant geringere mittlere Kompetenzen als im Bundesdurchschnitt erzielt. In Baden-Württemberg und Niedersachsen liegen die Werte in allen Kompetenzbereichen zu beiden Erhebungszeitpunkten im Bereich des deutschen Mittelwerts.

In Berlin, im Saarland und in Schleswig-Holstein werden im Jahr 2018 in mindestens fünf Kompetenzbereichen unterdurchschnittliche Kompetenzen erreicht, wohingegen die Kompetenzstände dieser Länder im IQB-Ländervergleich 2012 durchschnittlich ausfielen. Ähnliche Tendenzen zeichnen sich für Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Rheinland-Pfalz ab, wo im Jahr 2012 in allen, fünf beziehungsweise drei naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen überdurchschnittliche Leistungen erreicht wurden, die im Jahr 2018 festgestellten Kompetenzen jedoch nicht mehr signifikant über dem Bundesdurchschnitt liegen.

6.2.4 Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 im Mittel erreichten Kompetenzen für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien

In den Abbildungen 6.21 bis 6.26 sind die Veränderungen der Kompetenzmittelwerte in den naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen an Gymnasien zwischen den Jahren 2012 und 2018 dargestellt.

Für das Fach Biologie zeigt sich für Deutschland insgesamt, dass die im Jahr 2018 von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten im Kompetenzbereich *Fachwissen* erreichten Kompetenzen im Durchschnitt um 11 Punkte signifikant geringer ausfallen als im Jahr 2012 (Abb. 6.21), während die Kompetenzmittelwerte im Bereich *Erkenntnisgewinnung* stabil geblieben sind (Abb. 6.22). Auf Länderebene sind in keinem Land signifikante Verbesserungen festzustellen. In Brandenburg und Sachsen-Anhalt sind hingegen in beiden Kompetenzbereichen ungünstige Entwicklungen zu beobachten. Im Bereich *Fachwissen* erreichen zudem die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in Baden-Württemberg, im Saarland und in Schleswig-Holstein im Jahr 2018 signifikant geringere Kompetenzwerte als im Jahr 2012. Die ungünstigen Veränderungen im Bereich *Fachwissen* um 13 bis 29 Punkte entsprechen dem Kompetenzzuwachs, der in einem halben bis anderthalb Schuljahren zu erwarten ist. Dabei sind die ungünstigen Entwicklungen in Brandenburg und Sachsen-Anhalt signifikant stärker ausgeprägt als in Deutschland insgesamt. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* erzielen zudem die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in Thüringen geringere Leistungen als im Jahr 2012. Die Rückgänge in den erreichten Kompetenzen betragen zwischen 15 und 21 Punkten und entsprechen somit einem Lernzuwachs, der in zwei Drittel bis knapp einem Schuljahr zu erwarten ist. In Brandenburg unterscheidet sich der Rückgang signifikant vom bundesdeutschen Wert.

Die Streuung der an den Gymnasien erzielten Kompetenzen ist im Bereich *Fachwissen* in Deutschland insgesamt stabil geblieben, wobei sich die Heterogenität in Brandenburg signifikant vergrößert und in Mecklenburg-Vorpommern

Abbildung 6.21: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Fach Biologie im Kompetenzbereich *Fachwissen*

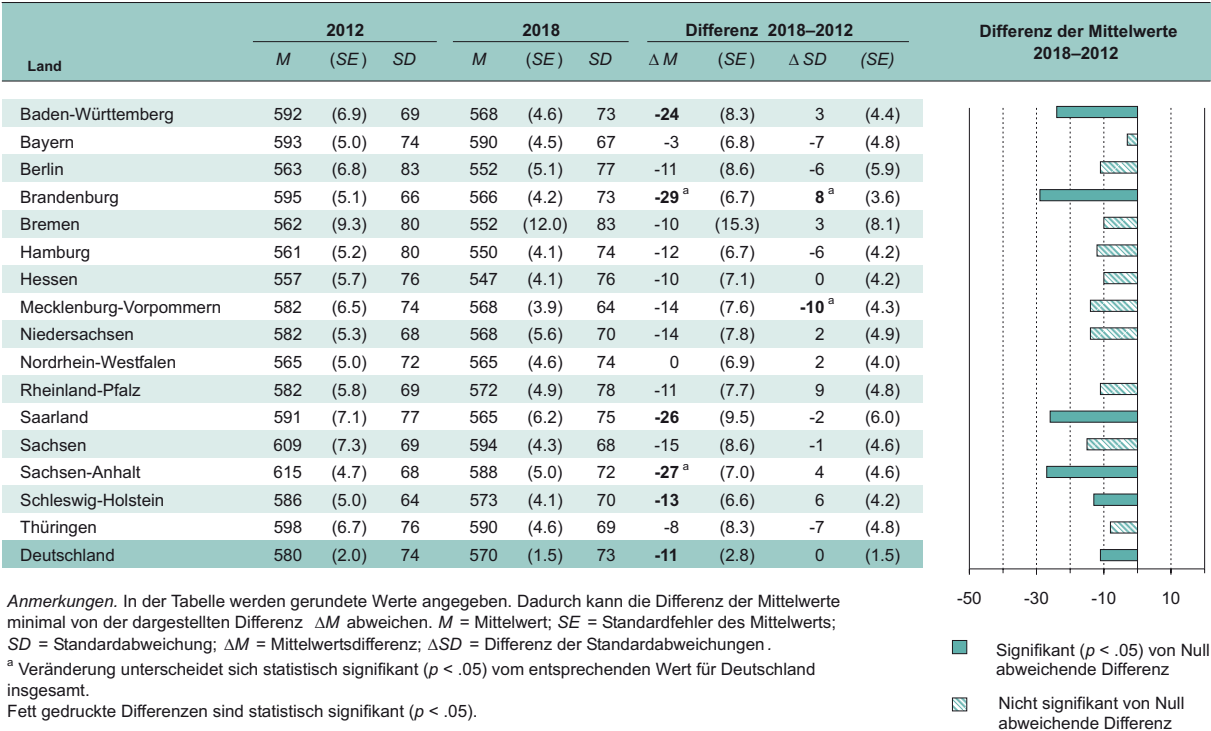
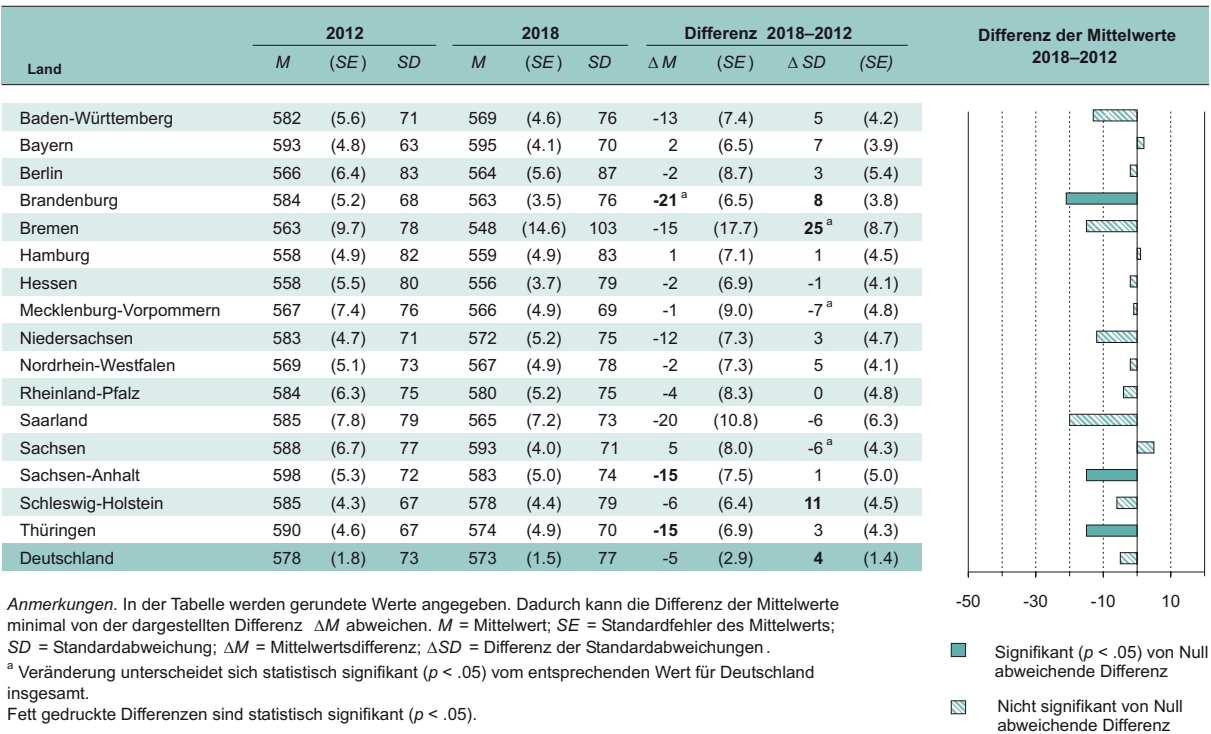


Abbildung 6.22: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Fach Biologie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*



signifikant verringert hat. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ist die bundesweite Streuung in den Kompetenzwerten signifikant gestiegen. Dies zeigt sich auf Länderebene auch in Brandenburg, Bremen und Schleswig-Holstein.

Im Fach Chemie erreichen die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in Deutschland insgesamt sowohl im *Fachwissen* (Abb. 6.23) als auch in *Erkenntnisgewinnung* (Abb. 6.24) im Jahr 2018 um 13 Punkte geringere Kompetenzmittelwerte als im Jahr 2012. Verbesserungen in den für das Fach Chemie erfassten Kompetenzbereichen zeichnen sich innerhalb der einzelnen Länder nicht ab. In beiden Kompetenzbereichen sind ungünstige Entwicklungen in Baden-Württemberg, Brandenburg, Hessen und Sachsen-Anhalt zu beobachten. Zusätzlich erreichen im Bereich *Fachwissen* Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in Schleswig-Holstein im Jahr 2018 geringere Kompetenzwerte als im Jahr 2012. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* sind zudem in Niedersachsen und Thüringen ungünstige Entwicklungen zu beobachten. Im Bereich *Fachwissen* sind die Kompetenzmittelwerte 2018 15 bis 44 Punkte geringer als im Jahr 2012, im Bereich *Erkenntnisgewinnung* 14 bis 45 Punkte, was dem Lernzuwachs von etwa einem halben bis anderthalb Schuljahren entspricht. In beiden Bereichen fallen die Rückgänge in Brandenburg signifikant ungünstiger aus als im bundesdeutschen Trend, im Bereich *Fachwissen* zudem in Sachsen-Anhalt.

Die Heterogenität der erreichten Kompetenzen im Bereich *Fachwissen* hat sich deutschlandweit und innerhalb der Länder kaum verändert. Die einzige Ausnahme stellt Schleswig-Holstein dar. Dort hat sich die Streuung signifikant vergrößert. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* sind die Kompetenzen an den Gymnasien bundesweit sowie in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2018 weniger heterogen als im Jahr 2012, wohingegen die Heterogenität in Schleswig-Holstein auch im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zugenommen hat.

Im Fach Physik haben sich an den Gymnasien die Kompetenzmittelwerte bundesweit in beiden Kompetenzbereichen zwischen den Jahren 2012 und 2018 signifikant verringert. Im Bereich *Fachwissen* ist eine Verringerung der erreichten Kompetenzen um 9 Punkte (Abb. 6.25) und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* um 7 Punkte zu beobachten (Abb. 6.26). Positive Veränderungen an den Gymnasien sind in keinem Land zu beobachten. Die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in Brandenburg und Sachsen-Anhalt erzielten im Jahr 2018 in beiden Kompetenzbereichen signifikant geringere Kompetenzen als im Jahr 2012, im Bereich *Fachwissen* zusätzlich auch in Baden-Württemberg. Signifikant geringere Kompetenzmittelwerte im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ergeben sich zudem in Schleswig-Holstein. Der Rückgang in den Mittelwerten variiert im Bereich *Fachwissen* zwischen 20 und 28 Punkten und entspricht damit dem Kompetenzzuwachs von ungefähr einem Schuljahr. Für den Bereich *Erkenntnisgewinnung* liegen die Rückgänge bei 14 bis 30 Punkten und entsprechen damit dem Lernzuwachs, der in zwei Dritteln eines Schuljahres bis einem Schuljahr zu erwarten ist. Die ungünstigen Veränderungen in Brandenburg und Sachsen-Anhalt unterscheiden sich in beiden Bereichen signifikant vom bundesweiten Trend.

Bundesweit ist die Streuung der Kompetenzen im Fach Physik an den Gymnasien in beiden Kompetenzbereichen stabil geblieben. Im Kompetenzbereich *Fachwissen* ist dies auch innerhalb aller Länder der Fall. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ist hingegen eine signifikante Verringerung der Heterogenität in Baden-Württemberg sowie eine Zunahme der Heterogenität in Thüringen zu beobachten.

Abbildung 6.23: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Fach Chemie im Kompetenzbereich *Fachwissen*

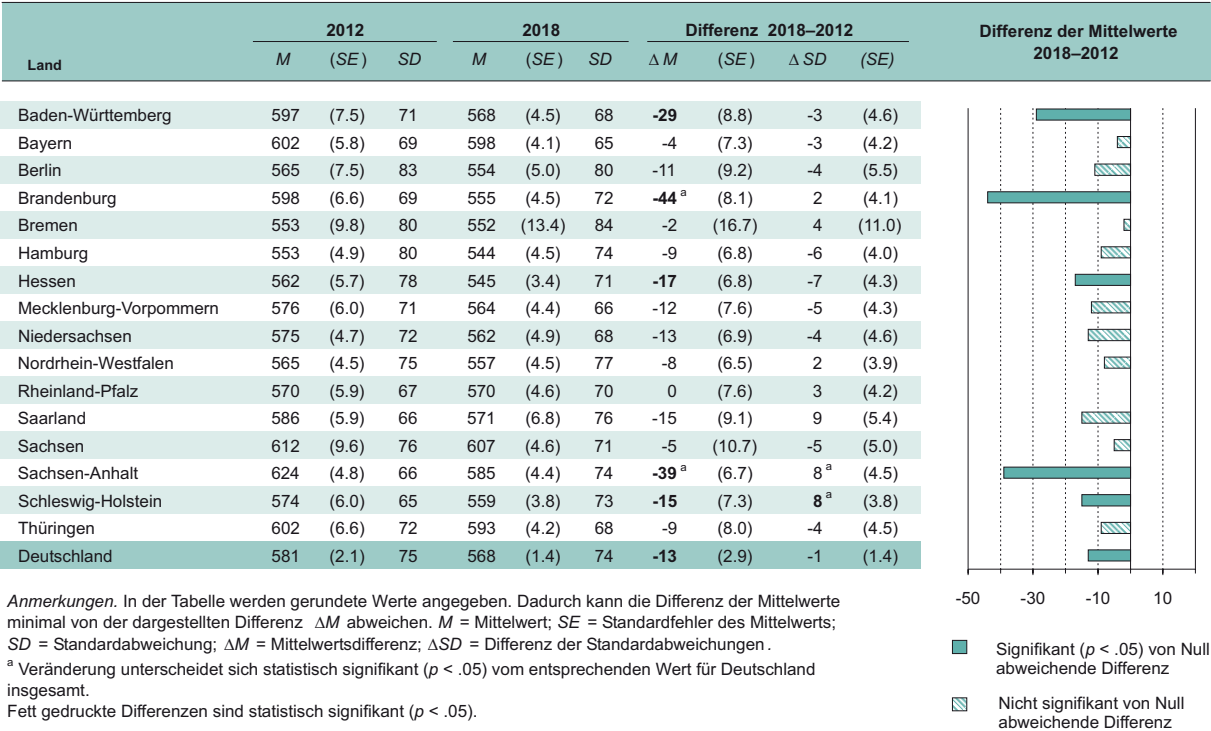


Abbildung 6.24: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Fach Chemie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*

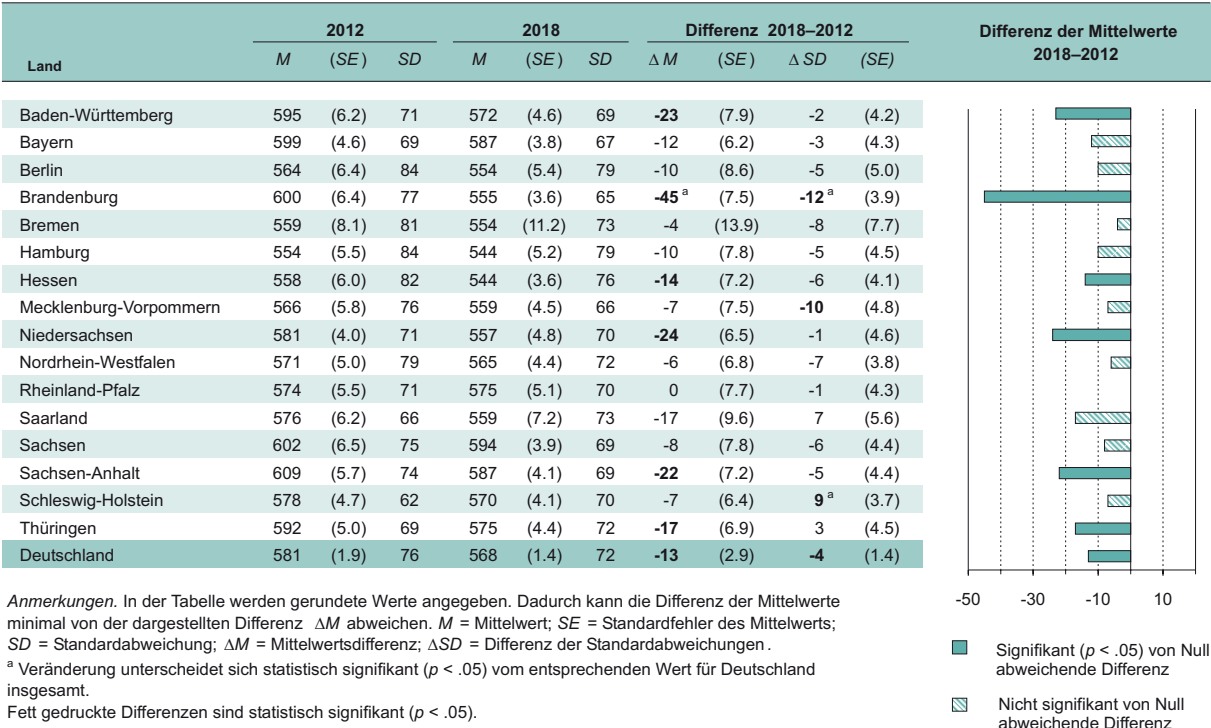


Abbildung 6.25: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Fach Physik im Kompetenzbereich *Fachwissen*

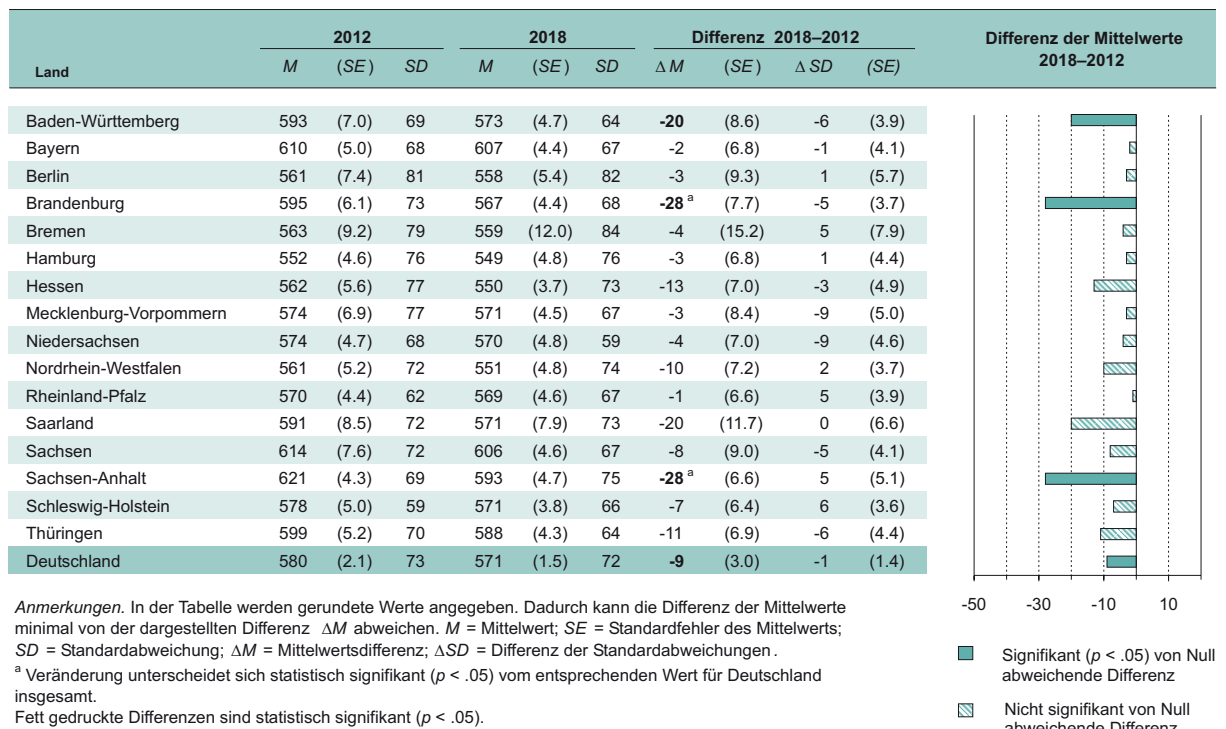
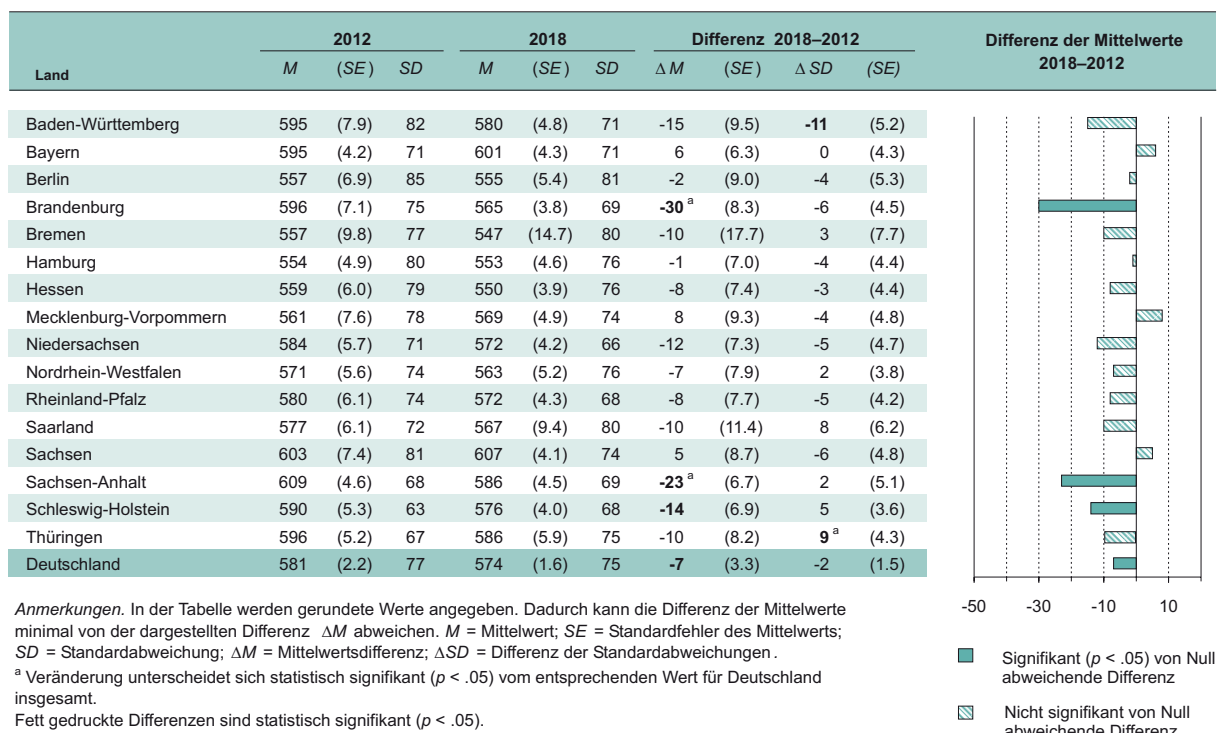


Abbildung 6.26: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Fach Physik im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*



6.2.5 Zusammenfassung

Im Vergleich zu Deutschland insgesamt erzielten Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Jahr 2018 in Bayern, Sachsen und Thüringen in allen sechs untersuchten naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen sowie in Sachsen-Anhalt in vier Kompetenzbereichen überdurchschnittliche Kompetenzmittelwerte. In Berlin, Bremen, Hamburg, Hessen und Schleswig-Holstein hingegen zeigen sich in allen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen und im Saarland in fünf Kompetenzbereichen unterdurchschnittliche Ergebnisse. Für die Heterogenität der Kompetenzwerte ergibt sich über die verschiedenen Kompetenzbereiche hinweg ein weniger konsistentes Bild. In Deutschland insgesamt bleibt die Streuung der Kompetenzwerte konstant. In Berlin und Hamburg ist die Streuung in fünf beziehungsweise vier Kompetenzbereichen höher als in Deutschland insgesamt, in Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen hingegen in vier der sechs naturwissenschaftlichen Kompetenzbereiche geringer. Das wünschenswerte Befundmuster eines sowohl hohen als auch homogenen Kompetenzniveaus wird am ehesten in vier Kompetenzbereichen in Thüringen erzielt.

Für die Kompetenzmittelwerte an Gymnasien zeigt sich ein ähnliches Bild wie für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe. In Bayern, Sachsen und Sachsen-Anhalt erreichen die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in mindestens fünf Kompetenzbereichen überdurchschnittliche Werte. Unterdurchschnittliche Kompetenzwerte an Gymnasien werden im Gegensatz dazu in Hamburg und Hessen in allen sechs, in Berlin in fünf und in Brandenburg in vier Kompetenzbereichen festgestellt. Für die Streuungen zeigt sich, dass an Gymnasien die erreichten Kompetenzen in Mecklenburg-Vorpommern in vier Kompetenzbereichen homogener ausfallen als an Gymnasien in Deutschland insgesamt. In keinem der Länder findet sich jedoch ein über alle Kompetenzbereiche hinweg konsistentes Muster für die Streuungen.

Im Vergleich zum Jahr 2012 sind die naturwissenschaftlichen Kompetenzen in Deutschland insgesamt weitgehend stabil geblieben. Lediglich im Kompetenzbereich *Fachwissen* des Fachs Chemie ist eine signifikante Verringerung der von den Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern erzielten mittleren Kompetenzen zu beobachten. Die Streuung der Kompetenzwerte verringert sich auf Bundesebene in vier Kompetenzbereichen (Biologie *Fachwissen*, Chemie *Erkenntnisgewinnung*, Physik *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*).

Auf Länderebene erzielten die Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Jahr 2018 in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen durchgehend geringere Kompetenzwerte als im Jahr 2012, und auch in Mecklenburg-Vorpommern zeigen sich in fünf Kompetenzbereichen ungünstige Entwicklungen. Bemerkenswert ist hierbei, dass die in Thüringen und Sachsen-Anhalt im Mittel erreichten Kompetenzen trotz signifikanter Rückgänge im Vergleich zu Deutschland insgesamt nach wie vor in den meisten Kompetenzbereichen überdurchschnittlich ausfallen, was auf die deutlich überdurchschnittlichen Ergebnisse aus dem Jahr 2012 zurückzuführen ist. Betrachtet man die ostdeutschen Länder, in denen im Jahr 2012 nahezu durchgehend überdurchschnittliche naturwissenschaftliche Kompetenzwerte erreicht wurden, so gelingt es in Sachsen am ehesten, diesen Vorteil stabil zu halten. Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* für das Fach Physik erzielten die Schülerinnen und Schüler in Bayern signifikant höhere Kompetenzmittelwerte als im Jahr 2012. Hier zeigt sich zudem eine positive Veränderung zwischen den Jahren 2012 und 2018, was ansonsten in keinem anderen Land und Kompetenzbereich der Fall ist. Die Streuung der

erreichten Kompetenzen in den naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen ist auf Länderebene weitgehend stabil geblieben, nur vereinzelt hat sich die Heterogenität verringert.

Von den ungünstigen Entwicklungen im erreichten Kompetenzniveau sind in Deutschland insgesamt die Gymnasien besonders betroffen. In den Fächern Chemie und Physik sowie im Kompetenzbereich *Fachwissen* des Fachs Biologie sind die erreichten Kompetenzmittelwerte im Jahr 2018 signifikant geringer als im Jahr 2012. Die Heterogenität in den ermittelten Kompetenzwerten ist bundesweit ebenfalls weitgehend stabil. Lediglich im Bereich *Erkenntnisgewinnung* des Fachs Biologie ist die Streuung geringfügig höher als im Jahr 2012, wohingegen sie im Bereich *Erkenntnisgewinnung* des Fachs Chemie etwas geringer ausfällt. Die Befunde des IQB-Bildungstrends 2018 stehen im Einklang mit den in PISA² 2015 berichteten Ergebnissen zur naturwissenschaftlichen Kompetenz. Dort wurde ein signifikanter Trend für die naturwissenschaftlichen Kompetenzen an den Gymnasien in Deutschland festgestellt, wo im Mittel geringere Kompetenzwerte erreicht wurden als im Jahr 2006. Für die nicht-gymnasialen Schularten zeigten sich in PISA dagegen keine bedeutsamen Veränderungen (Schiepe-Tiska et al., 2016). Insgesamt zeichnen sich bundesweit weder im IQB-Bildungstrend 2018 noch in PISA 2015 positive Veränderungen in den naturwissenschaftlichen Kompetenzen ab.

Zu den Veränderungen der an den in Gymnasien erreichten Kompetenzmittelwerte in den Ländern ist zu erwähnen, dass in Brandenburg und Sachsen-Anhalt in allen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen, in Baden-Württemberg in vier der sechs Kompetenzbereiche im Jahr 2018 signifikant geringere Kompetenzen erreicht werden als im Jahr 2012.

Insgesamt lässt sich also festhalten, dass die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler seit dem IQB-Ländervergleich 2012 in Deutschland weitgehend stabil geblieben sind und sich im Bereich *Fachwissen* des Fachs Chemie etwas verringert haben. Die Streuung der erreichten Kompetenzen hat sich bundesweit in den meisten Kompetenzbereichen leicht verringert. In Bayern, Sachsen und Sachsen-Anhalt erreichen sowohl alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler als auch die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten im Jahr 2018 nahezu durchgängig überdurchschnittliche Kompetenzwerte. Mehrheitlich unterdurchschnittliche Werte für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe als auch für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien sind hingegen in Berlin, Hamburg und Hessen festzustellen. Weitgehend ungünstige Entwicklungen für beide betrachteten Gruppen zeigen sich für alle Fächer in Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Außerdem haben sich die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Thüringen verringert. In Baden-Württemberg fallen die Trends an den Gymnasien überwiegend negativ aus. Eine signifikant positive Veränderung kann nur in Bayern festgestellt werden: Hier steigen die Kompetenzwerte im Bereich *Erkenntnisgewinnung* des Fachs Physik leicht an.

2 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.

Literatur

- KMK (2005a) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- KMK (2005b) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- KMK (2005c) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Neubrand, M., Blum, W., Ehmke, T., Jordan, A., Senkbeil, M., Ulfig, F. & Carstensen, C. H. (2005). Mathematische Kompetenz im Ländervergleich. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *Der zweite Vergleich der Länder in Deutschland – was wissen und können Jugendliche?* (S. 51–84). Münster: Waxmann.
- Roppelt, A., Penk, C., Pöhlmann, C. & Pietsch, E. (2013). Der Ländervergleich im Fach Mathematik. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 123–138). Münster: Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., Schöps, K., Neumann, K., Schmidtnr, S., Parchmann, I. & Prenzel, M. (2016). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2015: Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit einem modifizierten Testansatz. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 219–247). Münster: Waxmann.
- Schroeders, U., Hecht, M., Heitmann, P., Jansen, M., Kampa, N., Klebba, N., Lenski, A. & Siegle, T. (2013). Der Ländervergleich in den naturwissenschaftlichen Fächern. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 141–158). Münster: Waxmann.
- Statistisches Bundesamt. (2018). *Fachserie 11 Reihe 1 (Bildung und Kultur, Allgemeinbildende Schulen). Schuljahr 2017/18*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00042737/2110100187004_korr27022019.pdf

Kapitel 7

Geschlechtsbezogene Disparitäten

Stefan Schipolowski, Julia Wittig, Nicole Mahler und Petra Stanat

Eine wichtige Rolle in Diskussionen über Bildungsgerechtigkeit spielt die Frage, inwieweit Jungen und Mädchen die gleichen Bildungschancen haben und in der Schule mit vergleichbarem Erfolg gefördert werden. Die bisher vorliegenden Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass bereits beim Eintritt in das Bildungssystem bildungsrelevante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen bestehen (Blossfeld et al., 2009; Stanat & Bergann, 2009; Stanat, Bergann & Taraszow, 2018). Diese Unterschiede werden im schulischen Kontext wirksam, formen sich weiter aus und können zu geschlechtsbezogenen Disparitäten im Kompetenzerwerb, in der Bildungsbeteiligung und in Bildungsabschlüssen führen. Allerdings betrifft dies verschiedene Fächer, Kompetenzbereiche und Altersgruppen in unterschiedlicher Weise (Bloom, Hill, Black & Lipsey, 2008; Hyde, 2005). Zudem gibt es klare Hinweise darauf, dass sich Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen im Bildungserfolg durch gezielte Förderung reduzieren lassen (vgl. z. B. Blossfeld et al., 2009).

Um auf der Grundlage aktueller Daten für die Sekundarstufe I festzustellen, inwieweit geschlechtsbezogene Disparitäten im Bildungserfolg im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich bestehen, werden im vorliegenden Kapitel Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in der 9. Jahrgangsstufe untersucht. Für die sogenannten MINT¹-Fächer werden geschlechtsbezogene Disparitäten im bildungspolitischen Diskurs insbesondere im Zusammenhang mit der Unterrepräsentation von Frauen in vielen naturwissenschaftlich-technischen Studienfächern und Ausbildungsbereichen (Statistisches Bundesamt, 2018a, 2018b) diskutiert. Daher gehen wir in Abschnitt 7.1 zunächst auf Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen beziehungsweise Frauen und Männern in der Bildungsbeteiligung ein. In diesem Abschnitt fassen wir zudem frühere Befunde zu geschlechtsbezogenen Disparitäten in den erreichten Kompetenzen zusammen, die sich im nationalen Bildungsmonitoring im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern gezeigt haben.² Danach werden in Abschnitt 7.2 die Geschlechterdisparitäten für die im IQB-Bildungstrend 2018 untersuchten Kompetenzbereiche für Deutschland insgesamt dargestellt. Neben Unterschieden in den Kompetenzmittelwerten für alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler sowie für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien und an nicht-

1 Das Akronym MINT steht für *Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik*.

2 Auf mögliche Ursachen geschlechtsbezogener Disparitäten im Bildungserfolg wurde bereits in den Berichtsbänden zum IQB-Ländervergleich 2012 (Schroeders, Penk, Jansen & Pant, 2013) und zum IQB-Bildungstrend 2015 (Böhme, Sebald, Weirich & Stanat, 2016) eingegangen. Diese Ausführungen sollen im vorliegenden Berichtsband nicht wiederholt werden.

gymnasialen Schularten gehen wir hierbei auch auf die Kompetenzverteilungen ein und beschreiben, welche Anteile der Jungen und Mädchen in den einzelnen Kompetenzbereichen jeweils die Mindeststandards verfehlen, die Regelstandards erreichen oder übertreffen beziehungsweise die Optimalstandards erreichen. Ferner werden die länderspezifischen Befunde zu Kompetenzunterschieden zwischen Jungen und Mädchen dargestellt. In Abschnitt 7.3 wird anhand eines Vergleichs der Befunde des IQB-Bildungstrends 2018 mit den Ergebnissen des IQB-Ländervergleichs 2012 überprüft, inwieweit sich die von Jungen beziehungsweise Mädchen in der 9. Jahrgangsstufe erreichten Kompetenzen im Zeitraum von sechs Jahren verändert haben und ob es gelungen ist, die geschlechtsbezogenen Disparitäten zu reduzieren. Das Kapitel schließt in Abschnitt 7.4 mit einer Zusammenfassung und Diskussion der zentralen Ergebnisse.

7.1 Geschlechtsbezogene Unterschiede im Bildungsbereich

7.1.1 Geschlechtsbezogene Unterschiede in der Bildungsbeteiligung

Geschlechtsbezogene Unterschiede im Bildungsbereich wurden in Deutschland bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts diskutiert (vgl. Stanat et al., 2018). Zur damaligen Zeit und bis weit in die Phase der Bildungsexpansion der 1960er und 1970er Jahre hinein waren Mädchen im Bildungssystem deutlich weniger erfolgreich als Jungen (Blossfeld et al., 2009). Seit einigen Jahren zeichnet sich im schulischen Bereich allerdings ab, dass nicht länger die Mädchen, sondern zunehmend die Jungen benachteiligt sind (vgl. z.B. Diefenbach, 2010; Hannover & Kessels, 2011; Hannover, 2017). Während Mädchen häufiger vorzeitig eingeschult werden, sind Jungen häufiger von Zurückstellungen in der Schuleingangsphase betroffen. Bei den Übergangsempfehlungen für die weiterführende Schule sind Unterschiede zugunsten der Mädchen ebenso festzustellen wie bei den Besuchsquoten verschiedener Schularten (Stanat et al., 2018). So zeigen auch aktuelle Daten des Statistischen Bundesamtes zu Beteiligungsquoten von Mädchen und Jungen im Sekundarschulbereich, dass diese bei Mädchen deutlich günstiger ausfallen (vgl. Tab. 7.1). Jungen sind vor allem an Hauptschulen, Mädchen hingegen an Gymnasien überrepräsentiert: Während im Schuljahr 2017/2018 gut 13 Prozent der Jungen in der 9. Jahrgangsstufe eine Hauptschule besuchen, gilt dies nur für gut 10 Prozent der Mädchen. Ein Gymnasium besuchen hingegen rund 32 Prozent der Neuntklässler gegenüber fast 39 Prozent der Neuntklässlerinnen. Seit dem IQB-Ländervergleich 2012 haben sich die Schulbesuchsquoten zwar insgesamt verändert (siehe hierzu auch Kapitel 4), die Geschlechterunterschiede sind dabei jedoch weitgehend gleich geblieben (vgl. Tab. 7.1).

Die unterschiedlichen Schulbesuchsquoten von Jungen und Mädchen spiegeln sich auch in den erreichten Schulabschlüssen wider (vgl. Abb. 7.1). So beträgt der Anteil der Mädchen, die im Abschlussjahr 2017³ die Allgemeine Hochschulreife erreichen, an der Gesamtzahl der Absolventinnen und Absolventen mit diesem Abschluss gut 54 Prozent, während Jungen die allgemeinbildende Schule häufiger mit einem Hauptschulabschluss (Anteil der Jungen bei 60 %) oder ohne Regelabschluss verlassen (Anteil der Jungen bei 63 %). Jungen sind also in an-

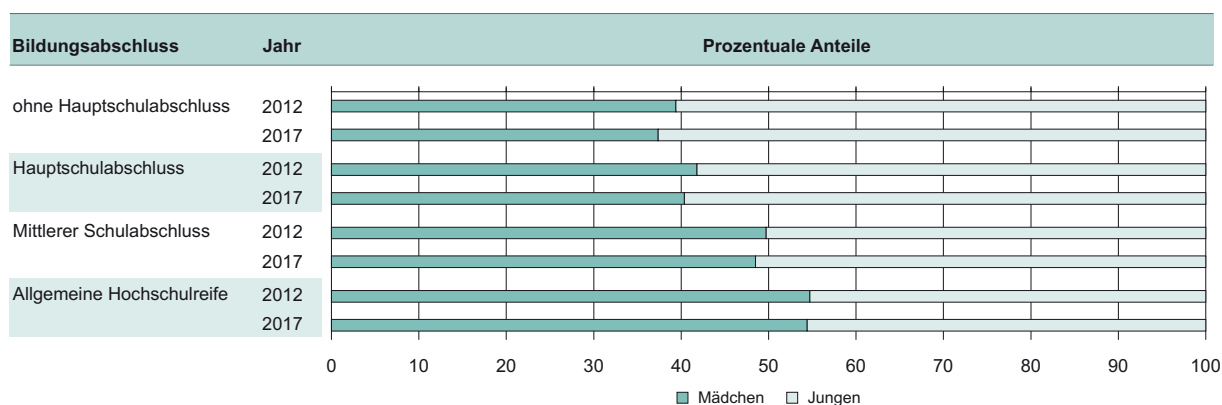
3 Zum Zeitpunkt der Berichterlegung waren die entsprechenden Informationen zum Abschlussjahr 2018 in der Fachserie 11 des Statistischen Bundesamtes noch nicht verfügbar, daher beziehen sich die Angaben auf das Jahr 2017.

Tabelle 7.1: Bildungsbeteiligung von Mädchen und Jungen in den Schuljahren 2011/2012 und 2017/2018 nach Schulart

Schulart	Schuljahr 2011/2012				Schuljahr 2017/2018			
	Mädchen		Jungen		Mädchen		Jungen	
	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %
Hauptschulen	65 848	15.9	85 718	19.6	39 332	10.4	53 780	13.2
Schularten mit mehreren Bildungsgängen	32 768	7.9	38 155	8.7	44 309	11.7	54 132	13.3
Realschulen	105 757	25.5	109 078	24.9	73 522	19.4	76 425	18.8
Gymnasien	158 309	38.1	142 439	32.5	146 845	38.7	131 310	32.2
Integrierte Gesamtschulen	39 450	9.5	41 375	9.4	64 869	17.1	74 073	18.2
Förderschulen	12 985	3.1	21 442	4.9	10 087	2.7	17 736	4.4
Gesamt	415 117	100.0	438 207	100.0	378 964	100.0	407 456	100.0

Anmerkung. Es werden gerundete Werte angegeben, dadurch kann die Summe der Prozente von 100 abweichen.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Tabelle 3.4 aus der Fachserie 11, Reihe 1 des Statistischen Bundesamtes (2012a, 2018c).

Abbildung 7.1: Prozentuale Anteile an Mädchen und Jungen, die in den Jahren 2012 und 2017 an allgemeinbildenden Schulen den jeweiligen Bildungsabschluss erreicht haben

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Tabelle 6.2 aus der Fachserie 11, Reihe 1 des Statistischen Bundesamtes (2013, 2018c).

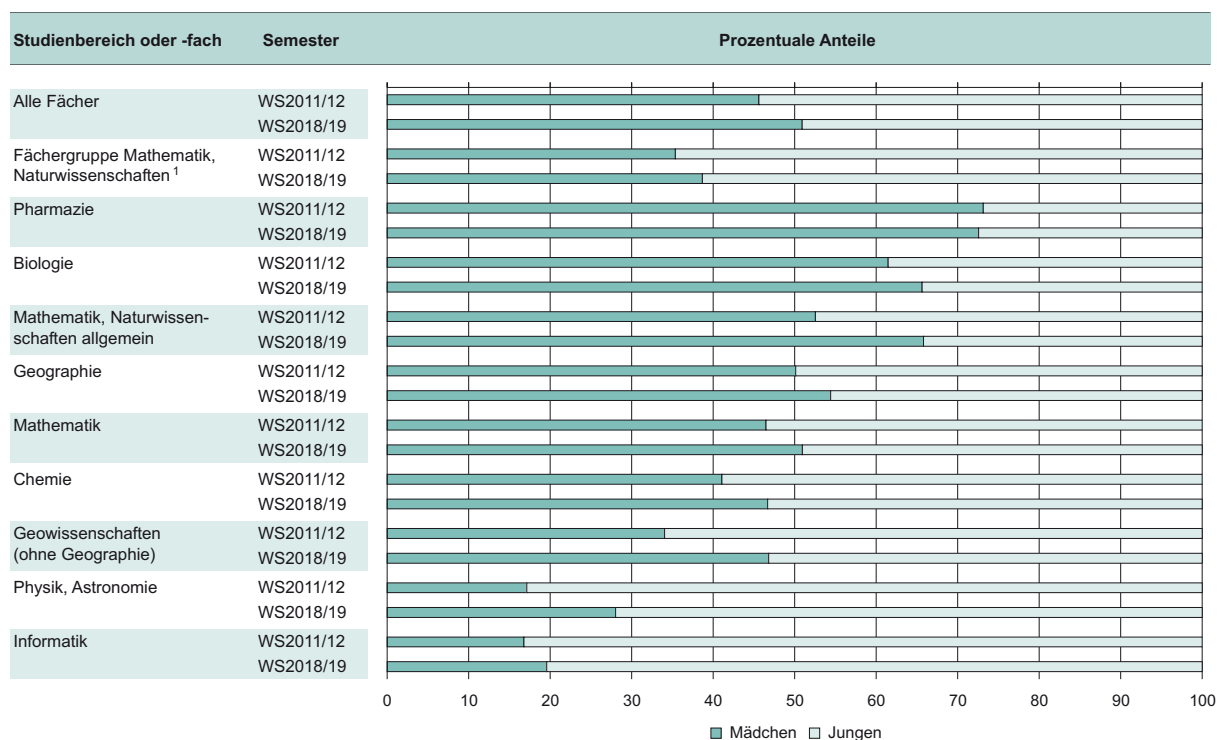
spruchsvolleren Bildungsgängen inzwischen weniger stark vertreten und erreichen die entsprechenden höherwertigen Bildungsabschlüsse seltener als Mädchen (vgl. auch Blossfeld et al., 2009; Budde, 2011; Hannover, 2017; Hannover & Kessels, 2011). Auch dieses Befundmuster zeigte sich bereits im Jahr 2012.

Als ein möglicher Grund für den größeren Erfolg der Mädchen in der schulischen Bildungsbeteiligung und im Erwerb von Schulabschlüssen wird diskutiert, dass sie im Vergleich zu Jungen eher über Persönlichkeitseigenschaften verfügen und Verhaltensweisen zeigen, die im schulischen Kontext als angemessen und wünschenswert wahrgenommen werden (vgl. Hannover, 2017; Hannover & Kessels, 2011). So konnten Anders, McElvany und Baumert (2010) empirisch belegen, dass Lehrkräfte bei Übergangsempfehlungen und in der Notengebung auch solche Aspekte wie das Sozialverhalten, die Motivation und bestimmte Persönlichkeitseigenschaften (z.B. Gewissenhaftigkeit und Anstrengungsbereitschaft) berücksichtigen. Gleichzeitig schätzen Lehrkräfte verschiedene überfachliche Kompetenzen, wie etwa Sozialverhalten, Selbstdisziplin und die Fähigkeit zum selbstorganisierten Lernen, bei Mädchen positiver ein als bei Jungen. Hannover und Kessels (2011) argumentieren entsprechend,

dass die bei Mädchen als stärker ausgeprägt wahrgenommenen überfachlichen Kompetenzen zu ihren besseren Noten und somit zu ihrer Überrepräsentation in anspruchsvolleren Bildungsgängen sowie im Erreichen höher qualifizierender Schulabschlüsse beitragen könnten.

Wie oben bereits angedeutet, werden für die MINT-Fächer Geschlechterunterschiede nicht zuletzt auch mit Blick auf den tertiären Bildungsbereich und den Arbeitsmarkt diskutiert. Betrachtet man die Zahl der Studienanfängerinnen und -anfänger in Deutschland im Wintersemester 2017/2018, scheint sich der tendenziell größere Schulerfolg der Mädchen zunehmend in den Teilnahmequoten im tertiären Bildungsbereich widerzuspiegeln (vgl. Abb. 7.2). Demnach beträgt der Frauenanteil für die Gesamtheit der in der Fachserie 11 des Statistischen Bundesamtes erfassten Studienfächer im Wintersemester 2017/2018 rund 51 Prozent, während dieser Anteil im Wintersemester 2011/2012 lediglich bei knapp 46 Prozent lag. Für die Fächergruppe Mathematik und Naturwissenschaften ergibt sich allerdings nach wie vor ein anderes Bild: Hier ist der Anteil der Studienanfängerinnen seit dem Wintersemester 2011/2012 zwar ebenfalls um gut 3 Prozentpunkte angestiegen, liegt jedoch auch im Wintersemester 2017/2018 noch knapp unter 39 Prozent. Auch innerhalb des MINT-Bereichs ist der Frauenanteil in fast allen Studienfächern größer geworden, variiert aber erheblich zwischen den Fächern. Für die im IQB-Bildungstrend 2018 untersuchten Fächer zeigt sich, dass im Wintersemester 2017/2018 mehr Frauen als Männer ein Studium der Mathematik (51 %) und der Biologie (66 %) aufgenommen haben, während der Frauenanteil für die Fächer Chemie (47 %) und Physik/Astronomie (28 %) unter 50 Prozent lag.

Abbildung 7.2: Deutsche Studienanfängerinnen und Studienanfänger in Deutschland in den Wintersemestern 2011/2012 und 2017/2018



Anmerkungen. WS = Wintersemester.

¹ Umfasst nach der Systematik der Fachserie 11 (Wintersemester 2011/2012) die Fächer bzw. Studienbereiche Astronomie, Biologie, Chemie, Geographie, Geowissenschaften, Informatik, Mathematik, Mathematik und Naturwissenschaften allgemein, Pharmazie und Physik.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der zusammenfassenden Übersicht 10 (ZUS-10) aus der Fachserie 11, Reihe 4.1 des Statistischen Bundesamtes (2012b, 2018a).

7.1.2 Geschlechtsbezogene Unterschiede in schulischen Kompetenzen

Geschlechtsbezogene Unterschiede finden sich nicht nur in der Bildungsbeteiligung und in den Bildungsabschlüssen, sondern auch in den von Mädchen und Jungen erreichten Kompetenzen. Im Folgenden werden die Befunde der bisher durchgeführten Ländervergleichsstudien und Bildungstrends des IQB zu geschlechtsbezogenen Disparitäten im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern zusammengefasst. Befunde aus anderen Erhebungen werden aus Platzgründen nur am Rande erwähnt. Um die in verschiedenen Studien ermittelten Gruppenunterschiede trotz unterschiedlicher Metriken und Streuungen der Kompetenzwerte direkt miteinander vergleichen zu können, wird das Effektstärkemaß Cohens d (vgl. Kapitel 3.2) herangezogen, sofern es in den Publikationen angegeben wurde.

Metaanalysen zur mathematischen Kompetenz von Mädchen und Jungen sowie nationale und internationale Schulleistungsstudien belegen, dass sowohl im Primarbereich als auch in der Sekundarstufe Vorteile zugunsten der Jungen bestehen, die Disparitäten jedoch relativ klein ausfallen und zwischen Teilkompetenzen sowie zwischen Nationen teilweise erheblich variieren (Brunner, Krauss & Martignon, 2011; Hyde, Fennema & Lamon, 1990; Lindberg, Hyde, Petersen & Linn, 2010; Rohe & Quaiser-Pohl, 2010). Auch in den bisherigen Studien des IQB zum Erreichen der Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz wurde ein Kompetenzvorsprung der Jungen im Fach Mathematik gefunden (vgl. Tab. 7.2). Dieser fiel im Primarbereich am Ende der 4. Jahrgangsstufe mit $d = 0.16$ im Jahr 2011 beziehungsweise $d = 0.18$ im Jahr 2016 auf der Globalskala ähnlich hoch aus wie in der 9. Jahrgangsstufe im Jahr 2012 ($d = 0.16$). Der für die Neuntklässlerinnen und Neuntklässler identifizierte Unterschied entspricht dabei in etwa der Differenz von 17 Punkten, die in der im Jahr 2015 durchgeführten PISA-Studie⁴ für 15-jährige Jungen und Mädchen in Deutschland gefunden wurde (Hammer et al., 2016). Allerdings variierten die Leistungsvorteile der Jungen im IQB-Ländervergleich 2012 zwischen den untersuchten mathematischen Teilkompetenzen (Leitideen) zwischen $d = 0.05$ für die Leitidee *Raum und Form* und $d = 0.20$ für die Leitidee *Daten und Zufall*.

Im naturwissenschaftlichen Bereich berichten internationale Schulleistungsstudien für fächer- und inhaltsübergreifend definierte Gesamtskalen naturwissenschaftlicher Kompetenz zumeist keine substanziellen Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen (Prenzel et al., 2007; Stoet & Geary, 2018; Wendt, Steinmayr & Kasper, 2016). In PISA 2015 etwa wurde im internationalen Durchschnitt nur ein sehr geringer Vorsprung der Jungen von 4 Punkten auf der Berichtsmetrik identifiziert, der in Deutschland mit 10 Punkten allerdings etwas größer ausfiel (Schiepe-Tiska et al., 2016). Insgesamt weisen die bisher vorliegenden Ergebnisse aus nationalen und internationalen Studien darauf hin, dass Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen vor allem in einzelnen Fächern und Inhaltsbereichen bestehen, wobei in Physik Jungen tendenziell bessere Ergebnisse erzielen, während in Biologie entweder keine Geschlechterunterschiede gefunden werden oder Mädchen höhere Leistungen zeigen als Jungen (Schiepe-Tiska et al., 2016; Wendt et al., 2016). Die Bedeutung einer separaten Betrachtung der verschiedenen Fächer wird auch durch die Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2012 unterstrichen (vgl. Tab. 7.2). Demnach erzielten in der 9. Jahrgangsstufe Mädchen im Fach Biologie sowohl im Kompetenzbereich *Fachwissen* als auch

4 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.

Tabelle 7.2: Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den IQB-Ländervergleichsstudien 2011 und 2012 sowie im IQB-Bildungstrend 2016

Primarbereich	Mathematik 2011					Mathematik 2016				
	M_J	M_M	M_J-M_M	d		M_J	M_M	M_J-M_M	d	
Globalskala	508	492	16	0.16		Globalskala	492	473	19	0.18
Zahlen und Operationen	507	493	14	0.14		Zahlen und Operationen	492	476	17	0.16
Größen und Messen	516	483	33	0.34		Größen und Messen	497	464	33	0.34
Raum und Form	503	497	6	0.06		Raum und Form	486	480	6	0.06
Muster und Strukturen	511	489	22	0.22		Muster und Strukturen	493	477	16	0.16
Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	503	497	7	0.07		Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	491	485	6	0.06

Sekundarstufe I	Mathematik 2012					Naturwissenschaften 2012				
	M_J	M_M	M_J-M_M	d		M_J	M_M	M_J-M_M	d	
Globalskala	508	492	16	0.16		Biologie Fachwissen	489	511	-22	-0.22
Zahl	510	490	20	0.20		Biologie Erkenntnisgewinnung	489	511	-22	-0.22
Messen	508	491	17	0.17		Chemie Fachwissen	496	504	-8	-0.08
Raum und Form	503	497	5	0.05		Chemie Erkenntnisgewinnung	495	505	-10	-0.10
Funktionaler Zusammenhang	506	493	13	0.13		Physik Fachwissen	500	500	0	0.00
Daten und Zufall	510	490	20	0.20		Physik Erkenntnisgewinnung	496	504	-8	-0.08

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben, dadurch kann die Differenz der Mittelwerte von der dargestellten Differenz $M_J - M_M$ abweichen. M_J = Mittelwert der Jungen; M_M = Mittelwert der Mädchen; $M_J - M_M$ = Differenz der Mittelwerte von Jungen und Mädchen; d = Effektstärke Cohens d .
Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).

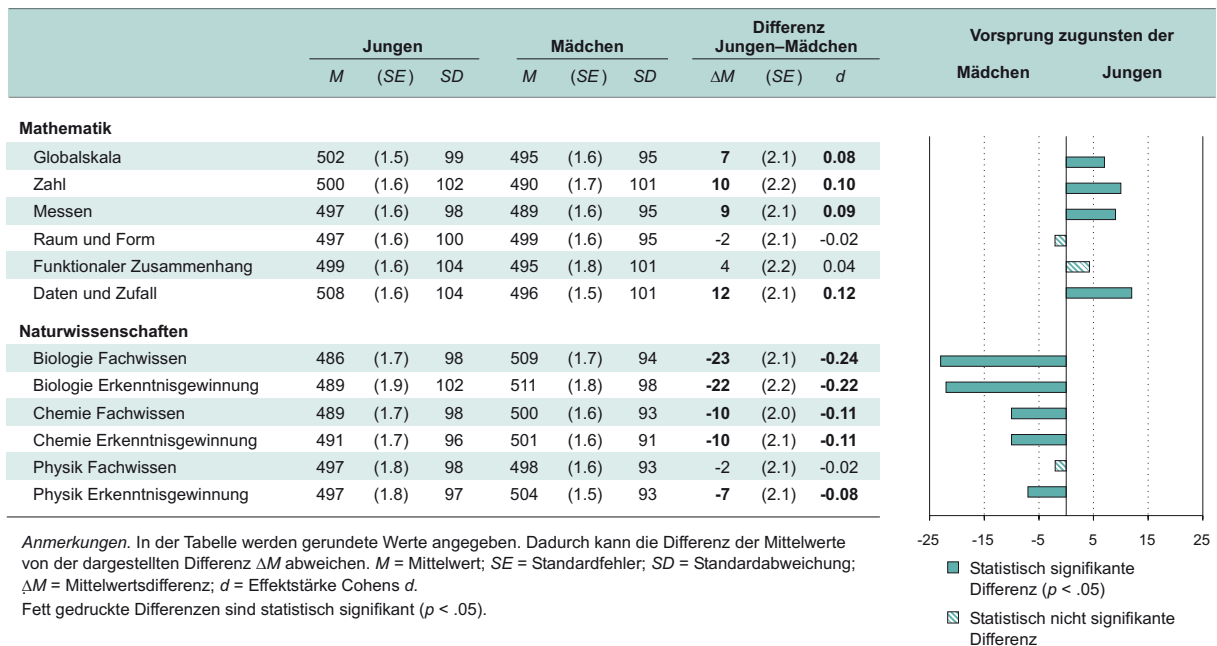
im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* einen Vorsprung von $d = 0.22$.⁵ Auch im Fach Chemie erreichten Mädchen im Jahr 2012 ein höheres Kompetenzniveau als Jungen, der Unterschied fiel jedoch geringer aus (*Fachwissen*: $d = 0.08$; *Erkenntnisgewinnung*: $d = 0.10$). Im Fach Physik wurde für den Kompetenzbereich *Fachwissen* hingegen kein Unterschied zwischen den Geschlechtergruppen gefunden; im Bereich *Erkenntnisgewinnung* lag wiederum ein geringer Kompetenzvorsprung der Mädchen vor ($d = 0.08$).

7.2 Geschlechtsbezogene Kompetenzunterschiede im Jahr 2018

7.2.1 Geschlechtsbezogene Unterschiede in den Kompetenzmittelwerten

In diesem Abschnitt wird zunächst für das Jahr 2018 dargestellt, inwieweit sich die von Jungen und Mädchen erreichten Kompetenzmittelwerte in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in Deutschland insgesamt unterscheiden. In Abbildung 7.3 sind die Mittelwerte (M) für Jungen und Mädchen auf der Berichtsmetrik, deren Standardfehler (SE) sowie die Streuung (SD) der von Jungen und Mädchen erreichten Kompetenzen angegeben. Zusätzlich dargestellt sind die Differenzen der Kompetenzmittelwerte (ΔM) und die zugehöri-

5 Im Text werden Kompetenzunterschiede und Trends ohne Vorzeichen angegeben. Ob es sich dabei um einen Vorsprung zugunsten der Jungen oder der Mädchen handelt beziehungsweise um Kompetenzrückgänge oder -zuwächse, wird im Text benannt.

Abbildung 7.3: Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in Deutschland insgesamt

gen Standardfehler, wobei positive Differenzen einen Kompetenzvorsprung der Jungen kennzeichnen. Um einen Vergleich mit den in Abschnitt 7.1.2 zusammengefassten Ergebnissen anderer Studien zu erleichtern, ist zudem die Effektstärke *d* angegeben.⁶ Statistisch signifikante Mittelwertsdifferenzen sind durch Fettdruck gekennzeichnet. Zudem werden die Unterschiede in den Kompetenzmittelwerten als Balkendiagramm veranschaulicht, wobei nach rechts weisende Balken einen Kompetenzvorsprung der Jungen und nach links zeigende Balken einen Vorsprung der Mädchen anzeigen. Statistisch signifikante Unterschiede sind durch ausgefüllte Balken markiert.

Übereinstimmend mit den oben dargestellten Befunden früherer Schulleistungsstudien zeigt sich für Deutschland insgesamt, dass Jungen im Fach Mathematik signifikant höhere Kompetenzmittelwerte erzielen als Mädchen, der Kompetenzvorsprung der Jungen auf der Globalskala mit 7 Punkten jedoch relativ gering ausfällt. Die Differenz zwischen Jungen und Mädchen variiert zwischen den inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen. Den größten Kompetenzvorsprung von 12 Punkten erzielen Jungen bei Aufgaben zur mathematischen Leitidee *Daten und Zufall*, aber auch bei den Leitideen *Zahl* und *Messen* zeigen sich für Jungen signifikante Vorteile. Für die Leitideen *Raum und Form* und *Funktionaler Zusammenhang* sind hingegen keine signifikanten Geschlechterunterschiede zu verzeichnen.

In den naturwissenschaftlichen Fächern erzielen Mädchen – wie bereits im IQB-Ländervergleich 2012 – in fünf der sechs untersuchten Bereiche signifikant bessere Ergebnisse als Jungen. Am größten fällt der Vorsprung der Mädchen mit

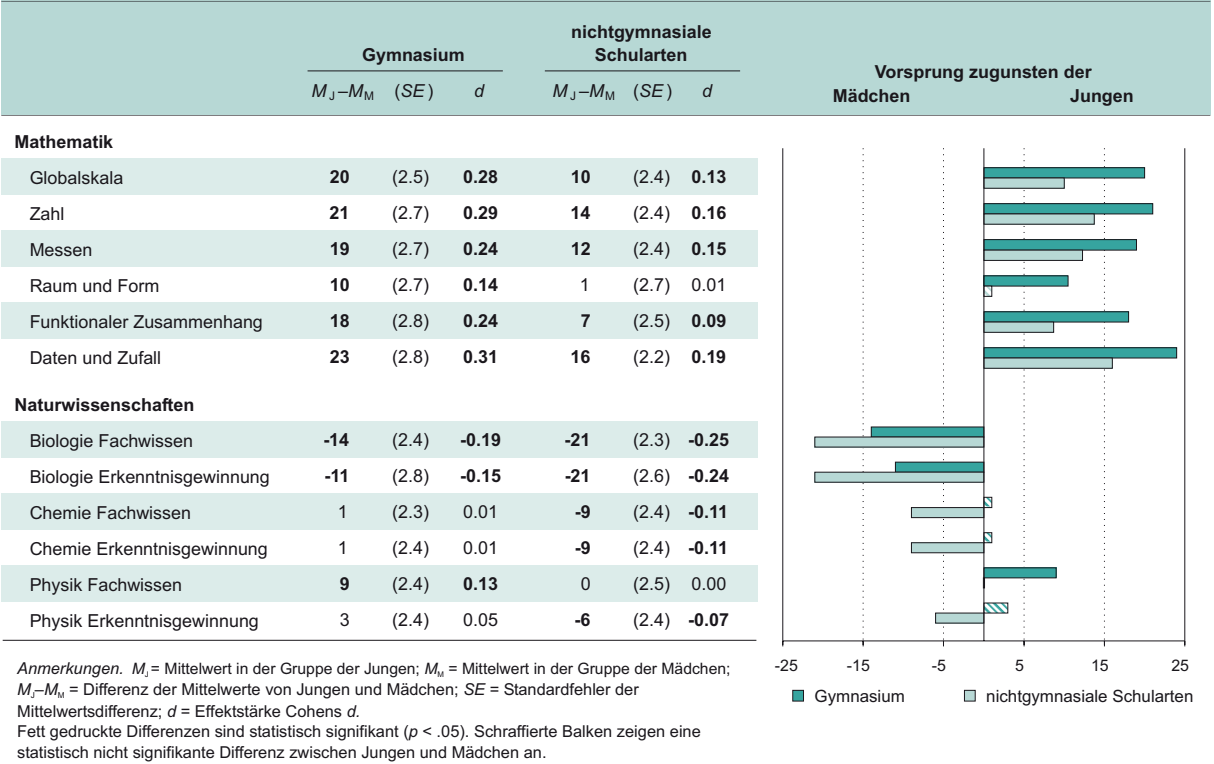
6 Zur Einordnung der im Folgenden beschriebenen Unterschiede in den Kompetenzmittelwerten von Jungen und Mädchen kann auch der in Kapitel 6 angegebene Lernzuwachs herangezogen werden, der innerhalb eines Schuljahres zu erwarten ist. Dieser beträgt im Fach Mathematik (*Globalskala*) am Ende der Sekundarstufe I etwa 50 Punkte. Für die naturwissenschaftlichen Fächer können folgende Richtwerte angenommen werden: im Fach Biologie: *Fachwissen* 20 Punkte, *Erkenntnisgewinnung* 25 Punkte, im Fach Chemie: *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* je 35 Punkte, im Fach Physik: *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* je 25 Punkte.

23 Punkten (*Fachwissen*) beziehungsweise 22 Punkten (*Erkenntnisgewinnung*) im Fach Biologie aus. Auch im Fach Chemie erzielen Mädchen mit jeweils 10 Punkten Vorsprung im Durchschnitt bessere Ergebnisse als Jungen. Am niedrigsten fallen die Unterschiede zwischen den Geschlechtergruppen im Fach Physik aus; hier ergibt sich für den Bereich *Fachwissen* keine signifikante Geschlechterdisparität und für den Bereich *Erkenntnisgewinnung* ein relativ geringer Unterschied zugunsten der Mädchen von 7 Punkten.

7.2.2 Geschlechtsbezogene Unterschiede in den Kompetenzmittelwerten in verschiedenen Schularten

Wie in Abschnitt 7.1.1 dargestellt, unterscheiden sich die Muster der Bildungsbeteiligung für die verschiedenen Schularten der Sekundarstufe I zwischen Mädchen und Jungen erheblich. Die Schularten stellen differenzielle Entwicklungsmilieus dar, die Lerngelegenheiten in unterschiedlicher Quantität und Qualität eröffnen (Baumert, Köller & Schnabel, 2000; Baumert, Stanat & Watermann, 2006). Daher untersuchen wir die von Mädchen und Jungen erreichten Kompetenzen auch in Abhängigkeit von der besuchten Schulart und prüfen, inwieweit die in der Gesamtpopulation zu beobachtenden Geschlechterdisparitäten innerhalb der einzelnen Schularten ebenfalls auftreten. Dazu weisen wir die geschlechtsbezogenen Kompetenzunterschiede differenziert nach Gymnasien und nichtgymnasialen Schularten aus (vgl. Abb. 7.4).

Abbildung 7.4: Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik am Gymnasium und an nichtgymnasialen Schularten



Im Fach Mathematik zeigt sich sowohl am Gymnasium als auch an den nichtgymnasialen Schularten für die Globalskala und für die einzelnen Leitideen ein signifikanter Kompetenzvorsprung der Jungen. Eine Ausnahme bildet lediglich der Bereich *Raum und Form*, für den nur am Gymnasium eine signifikante geschlechtsbezogene Disparität zu verzeichnen ist. Im Fach Mathematik erzielen Jungen also nahezu durchgängig höhere Kompetenzwerte als Mädchen, wobei die Unterschiede an Gymnasien deutlich stärker ausgeprägt sind.

Ein etwas anderes Bild ergibt sich für die naturwissenschaftlichen Fächer. An nichtgymnasialen Schularten ist die Größe der Differenzen zwischen den Geschlechtergruppen mit den in der Gesamtpopulation gefundenen Unterschieden weitgehend vergleichbar. Am Gymnasium hingegen fällt die Differenz zwischen Mädchen und Jungen in allen Bereichen rund 10 Punkte geringer aus als in der Gesamtpopulation, sodass beispielsweise der Kompetenzvorsprung der Mädchen im Bereich *Fachwissen* im Fach Biologie statt 23 Punkte in der Gesamtpopulation am Gymnasium nur 14 Punkte beträgt. Während in der Gesamtpopulation und an nichtgymnasialen Schularten geringe Kompetenzunterschiede zugunsten der Mädchen im Fach Chemie und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik zu verzeichnen sind, bestehen am Gymnasium in diesen Kompetenzbereichen keine signifikanten geschlechtsbezogenen Disparitäten. Im Bereich *Fachwissen* im Fach Physik kehrt sich der Unterschied sogar um, sodass Jungen am Gymnasium in diesem Bereich signifikant bessere Ergebnisse erzielen als Mädchen.⁷

Welche Ursachen der an Gymnasien in allen untersuchten Fächern zu beobachtenden Verschiebung zugunsten der Jungen zugrunde liegen, lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht bestimmen. Ein möglicher Erklärungsansatz könnte darin bestehen, dass Jungen an Gymnasien aufgrund der geringeren Übergangsquote dieser Gruppe im Durchschnitt besonders leistungstark sind (Bos et al., 2007; Helbig, 2010; vgl. auch Abschnitt 7.1.1) oder dass bestehende Geschlechterunterschiede an Gymnasien teilweise verstärkt werden.

7.2.3 Geschlechtsbezogene Unterschiede in den Kompetenzverteilungen

Neben den durchschnittlichen Kompetenzunterschieden zwischen Jungen und Mädchen ist für eine gezielte Förderung auch relevant, inwieweit sich die Kompetenzverteilungen von Jungen und Mädchen unterscheiden und in welchen Bereichen des Kompetenzspektrums die Unterschiede besonders groß sind.

Die in Abbildung 7.3 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass sich die Kompetenzen von Jungen und Mädchen im Jahr 2018 nicht nur im Mittel unterscheiden, sondern auch in der jeweiligen Streuung (vgl. die Spalten *SD*). Für alle untersuchten Fächer und Kompetenzbereiche gilt, dass die Kompetenzwerte der Jungen eine etwas höhere Streuung aufweisen als die der Mädchen, wobei jedoch der Unterschied im Fach Mathematik nur für die Globalskala und für die Leitidee *Raum und Form* statistisch signifikant ist. In den naturwissenschaftli-

7 Dass die geschlechtsbezogenen Kompetenzunterschiede in den Teilgruppen (hier: Gymnasium vs. nichtgymnasiale Schularten) anders als in der Gesamtgruppe ausfallen können, ist als Simpson-Paradoxon bekannt. Hierbei handelt es sich um ein statistisches Phänomen, das im Wesentlichen besagt, dass die in Untergruppen ermittelten Zusammenhänge zwischen zwei Variablen nicht mit dem Zusammenhang in der sich konstituierenden Gesamtgruppe übereinstimmen müssen, sondern sogar entgegengesetzt ausfallen können (Eid, Gollwitzer & Schmidt, 2010). Im vorliegenden Fall spielt hierbei eine wesentliche Rolle, dass sich die Anteile von Mädchen und Jungen an Gymnasien und nichtgymnasialen Schularten unterscheiden.

chen Fächern weisen die Kompetenzverteilungen der Jungen hingegen in allen untersuchten Kompetenzbereichen eine signifikant größere Streuung auf; die einzige Ausnahme bildet hierbei der nicht signifikante Unterschied im Bereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie.

Wie in Kapitel 1.1 ausgeführt, liegt der Fokus des IQB-Bildungstrends 2018 auf der kriterialen Vergleichsperspektive, also auf der Frage, inwieweit die Bildungsstandards erreicht werden. Der Vergleich der Kompetenzverteilungen von Jungen und Mädchen erfolgt daher im Folgenden mit Bezug auf die Kompetenzstufenmodelle des IQB (vgl. Kapitel 2). Entsprechend sind in Tabelle 7.3 die Anteile der Jungen (J) und Mädchen (M) ausgewiesen, die in den einzelnen Kompetenzbereichen im Jahr 2018 den jeweiligen Mindeststandard für den Mittleren Schulabschluss (MSA) verfehlen, den MSA-Regelstandard erreichen oder übertreffen beziehungsweise den Optimalstandard für den MSA erreichen. Zusätzlich wird die Differenz zwischen dem jeweiligen Anteil der Jungen und der Mädchen angegeben (J-M) sowie der zugehörige Standardfehler (*SE*).

Bei der Interpretation der Anteilswerte ist zu beachten, dass für die Analysen zum Erreichen der Bildungsstandards analog zum Vorgehen in Kapitel 5 in allen Fächern jene Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf ausgeschlossen wurden, die zieldifferent unterrichtet werden (vgl. auch Kapitel 4). Bei den Berechnungen zu den naturwissenschaftlichen Fächern werden zudem nur Neuntklässlerinnen und Neuntklässler einbezogen, die mindestens den MSA anstreben. Daher sind insbesondere in den Fächern Biologie, Chemie und Physik die Ergebnisse zum Erreichen der Bildungsstandards nur eingeschränkt mit den im Durchschnitt erreichten Kompetenzen (vgl. Abb. 7.3) vergleichbar, die sich auf alle Jugendlichen in der 9. Jahrgangsstufe unabhängig vom angestrebten Abschluss beziehen.

Wie in Tabelle 7.3 angegeben, zeigen sich im Fach Mathematik signifikante geschlechtsbezogene Disparitäten auf der Globalskala sowie bei den Leitideen *Zahl, Messen* und *Daten und Zufall* für alle berichteten Prozentsätze. Jungen verfehlen in den genannten Bereichen demnach seltener den Mindeststandard als Mädchen, erreichen oder übertreffen häufiger den Regelstandard und zeigen häufiger Leistungen, die dem Optimalstandard entsprechen und damit die Regelstandards deutlich übertreffen. Für die Globalskala beträgt der Vorsprung der Jungen rund 3 Prozentpunkte (Mindest- bzw. Regelstandard) beziehungsweise knapp 2 Prozentpunkte (Optimalstandard). In den Leitideen *Raum und Form* sowie *Funktionaler Zusammenhang* sind signifikante Vorteile für Jungen nur im oberen Bereich der Kompetenzverteilungen (Erreichen des Optimalstandards) zu verzeichnen. Übereinstimmend mit den oben beschriebenen relativ geringen Mittelwertsunterschieden kann für das Fach Mathematik festgehalten werden, dass die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den hier betrachteten Anteilen klein ausfallen und durchgehend unter 5 Prozentpunkten liegen.

In den naturwissenschaftlichen Fächern finden sich die größten geschlechtsbezogenen Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen, die mindestens den MSA anstreben, im Fach Biologie. Hier liegt der Anteil der Mädchen, die den Regelstandard erreichen oder übertreffen, um fast 7 Prozentpunkte (*Fachwissen*) beziehungsweise gut 6 Prozentpunkte (*Erkenntnisgewinnung*) signifikant über dem entsprechenden Anteil der Jungen. Gleichzeitig verfehlen in beiden Bereichen weniger Mädchen als Jungen die Mindeststandards, wenngleich der Unterschied in den entsprechenden Anteilen mit gut 2 Prozentpunkten (*Fachwissen*) beziehungsweise knapp 3 Prozentpunkten (*Erkenntnisgewinnung*) gering ausfällt. Eine signifikante Geschlechterdifferenz für das Erreichen des Optimal-

standards ist nur für den Bereich *Fachwissen* zu verzeichnen, wobei der Vorteil für die Mädchen nur knapp 1 Prozentpunkt umfasst. Ein anderes Befundmuster als im Fach Biologie ergibt sich für die Fächer Chemie und Physik: Hier sind die Kompetenzverteilungen der Geschlechtergruppen nahezu deckungsgleich, sodass kaum signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in den betrachteten Anteilen bestehen. Die einzige Ausnahme bildet der Bereich *Fachwissen* im Fach Physik, für den sich ein geringer Kompetenzvorsprung der Jungen von jeweils rund 2 Prozentpunkten im Erreichen des Regelstandards beziehungsweise des Optimalstandards zeigt. Insgesamt sind somit auch für die naturwissenschaftlichen Fächer nur geringe Unterschiede in den Kompetenzverteilungen von Jungen und Mädchen zu verzeichnen, die mit Ausnahme der Anteile zum Erreichen der Regelstandards im Fach Biologie durchgehend unter 3 Prozentpunkten liegen.

Tabelle 7.3: Prozentuale Anteile der Jungen und der Mädchen, die in den untersuchten Kompetenzbereichen den jeweiligen Mindeststandard für den MSA verfehlen, mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen bzw. den Optimalstandard für den MSA erreichen

	Mindeststandard (MSA) nicht erreicht				Regelstandard (MSA) erreicht oder übertroffen				Optimalstandard (MSA) erreicht			
	J	M	J-M	(SE)	J	M	J-M	(SE)	J	M	J-M	(SE)
Mathematik												
Globalskala	23.0	25.5	-2.5	(1.0)	46.3	43.3	3.0	(1.1)	4.3	2.7	1.6	(0.4)
Zahl	23.7	27.5	-3.8	(1.0)	46.4	42.3	4.1	(1.2)	4.0	2.6	1.4	(0.5)
Messen	24.4	27.8	-3.5	(1.0)	43.7	40.2	3.5	(1.2)	3.8	2.4	1.5	(0.4)
Raum und Form	24.1	23.5	0.6	(1.0)	44.7	45.1	-0.4	(1.2)	3.5	2.7	0.9	(0.4)
Funktionaler Zusammenhang	25.6	26.8	-1.2	(1.1)	44.8	43.6	1.2	(1.2)	4.8	3.1	1.7	(0.5)
Daten und Zufall	21.7	25.7	-4.0	(1.0)	49.1	44.3	4.8	(1.2)	5.4	3.3	2.1	(0.5)
Naturwissenschaften												
Biologie Fachwissen	6.5	4.2	2.3	(0.5)	67.4	73.9	-6.5	(1.0)	1.3	1.9	-0.6	(0.3)
Biologie Erkenntnisgewinnung	9.2	6.4	2.8	(0.6)	56.8	63.1	-6.3	(1.2)	0.8	1.1	-0.3	(0.3)
Chemie Fachwissen	17.7	15.9	1.7	(0.9)	55.3	56.9	-1.6	(1.1)	3.2	2.7	0.5	(0.4)
Chemie Erkenntnisgewinnung	11.4	10.0	1.4	(0.8)	62.7	64.5	-1.8	(1.2)	8.1	7.7	0.4	(0.8)
Physik Fachwissen	8.4	9.3	-0.9	(0.7)	70.4	68.2	2.2	(1.0)	5.9	4.3	1.6	(0.6)
Physik Erkenntnisgewinnung	5.7	5.5	0.2	(0.6)	76.3	76.7	-0.4	(1.1)	9.9	8.8	1.1	(0.8)

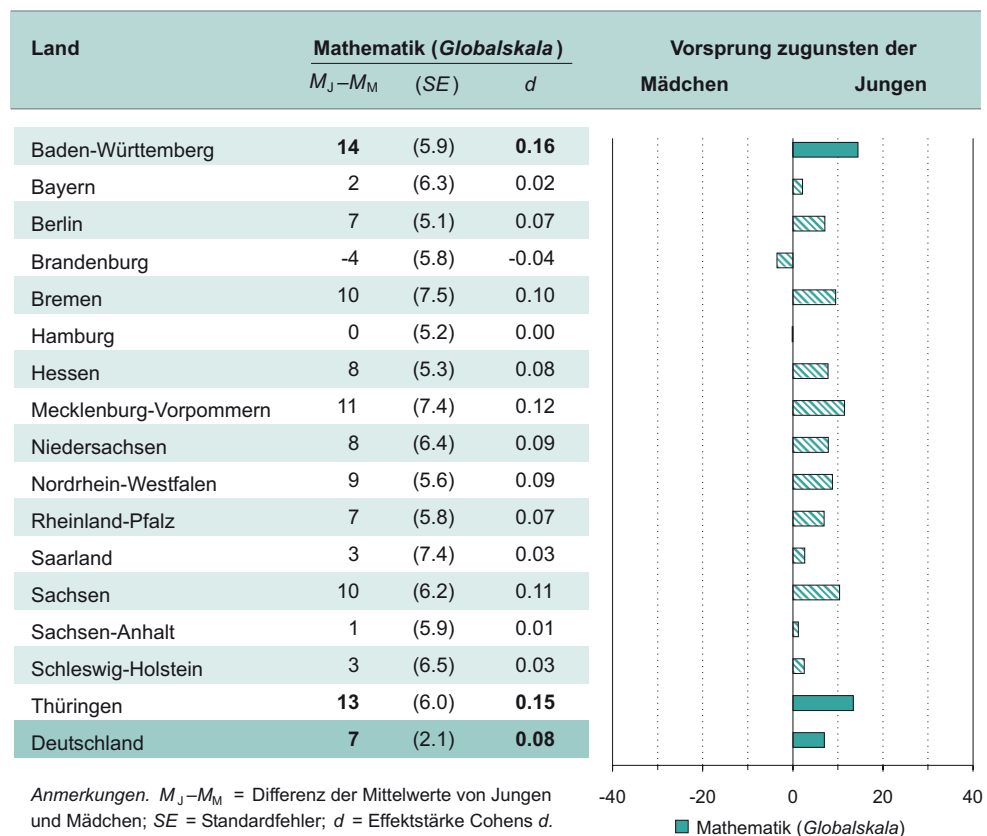
Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben, dadurch kann die Differenz der Anteile von Jungen und Mädchen von der dargestellten Differenz J-M abweichen. J = Jungen; M = Mädchen; J-M = Differenz der Anteile von Jungen und Mädchen; SE = Standardfehler.

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).

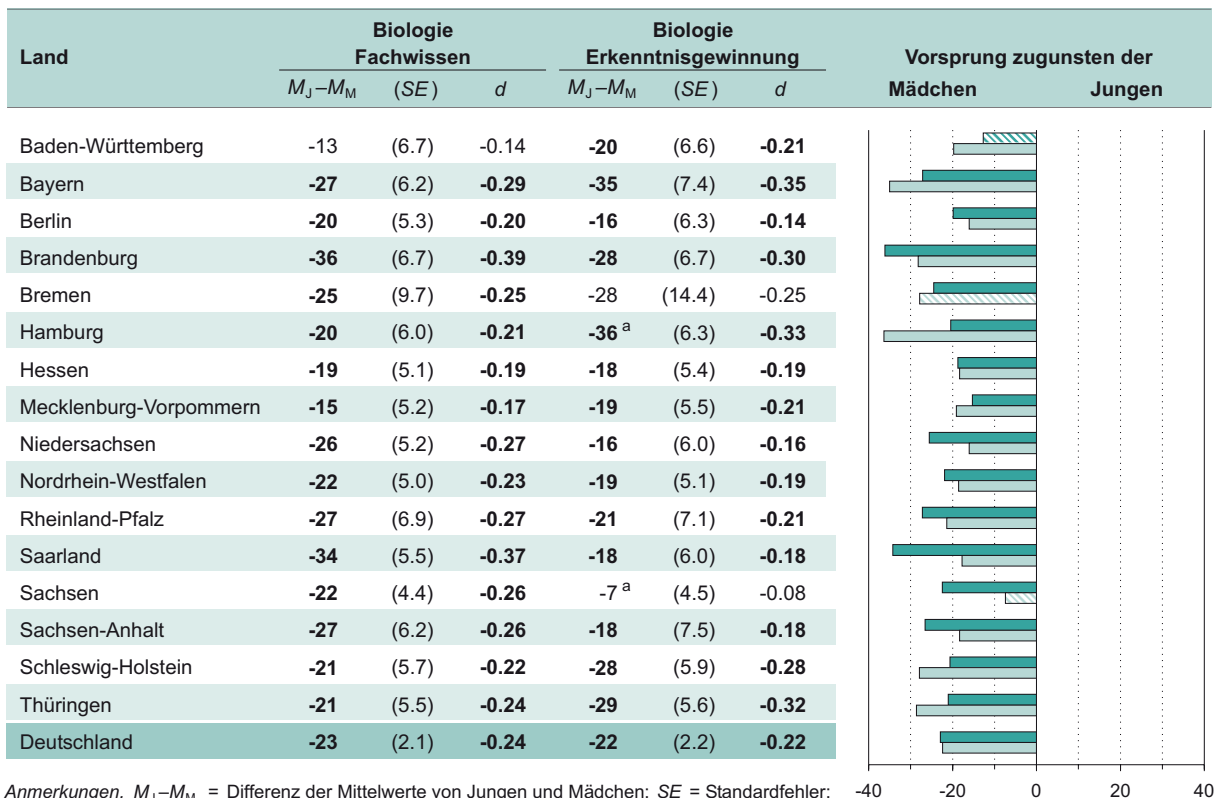
7.2.4 Geschlechtsbezogene Kompetenzunterschiede in den Ländern

Nachdem die geschlechtsbezogenen Disparitäten in den vorherigen Abschnitten zunächst für Deutschland insgesamt beschrieben wurden, wird im Folgenden auf die Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den Ländern eingegangen. Die Ergebnisse für die Fächer Mathematik, Biologie, Chemie und Physik im Jahr 2018 sind in den Abbildungen 7.5 bis 7.8 dargestellt. Für die Globalskala im Fach Mathematik sowie für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* in den naturwissenschaftlichen Fächern wird für jedes Land die Differenz zwischen den Mittelwerten von Jungen und Mädchen ($M_J - M_M$), der zugehörige Standardfehler (SE) und die Effektstärke d angegeben. Die geschlechtsbezogenen Kompetenzunterschiede werden zudem grafisch veranschaulicht. Nach rechts weisende Balken entsprechen einem Kompetenzvorsprung der Jungen, während nach links weisende Balken einem Vorsprung der Mädchen entsprechen. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen sind durch Fettdruck und ausgefüllte Balken gekennzeichnet. Zudem ist mit einem hochgestellten „a“ gekennzeichnet, wenn sich der Unterschied zwischen den Geschlechtergruppen in einem Land signifikant von der Geschlechterdisparität in Deutschland insgesamt unterscheidet.⁸

Abbildung 7.5: Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen im Fach Mathematik (Globalskala) in den Ländern



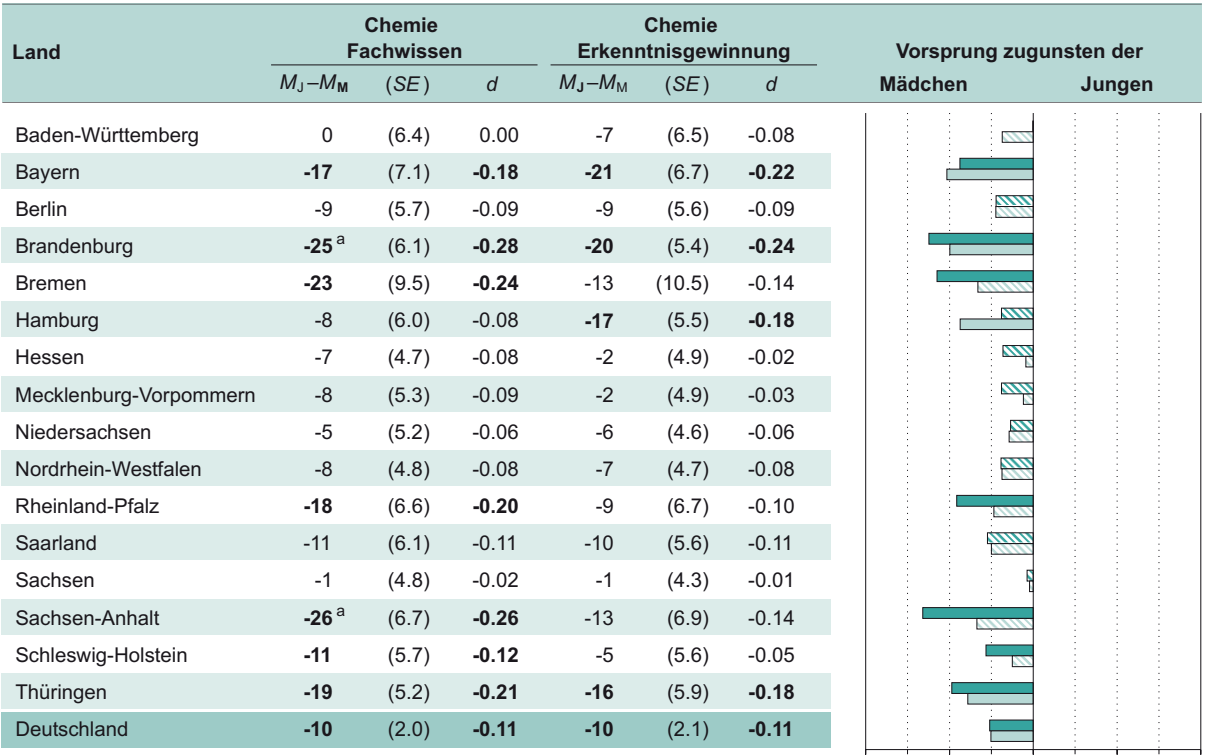
8 Ergänzend können Angaben zu den Kompetenzmittelwerten, die den Differenzen zugrunde liegen, und zur Streuung der Kompetenzen von Jungen und Mädchen in den Ländern im Jahr 2018 auf der Webseite des IQB als Zusatzmaterial abgerufen werden (vgl. Tab. 7.1web und Tab. 7.2web).

Abbildung 7.6: Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie in den Ländern

Wie bereits in Abschnitt 7.2.1 beschrieben, liegt in Deutschland insgesamt für die Globalskala im Fach Mathematik ein geringer, aber signifikanter Kompetenzvorsprung der Jungen von 7 Punkten auf der Berichtsmetrik vor. Innerhalb der einzelnen Länder sind die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen jedoch nur in Baden-Württemberg und Thüringen statistisch signifikant (vgl. Abb. 7.5). In beiden Ländern erreichen Jungen im Mittel signifikant höhere Kompetenzwerte als Mädchen.

Im Fach Biologie erzielen Mädchen bundesweit insgesamt um 23 Punkte (*Fachwissen*) beziehungsweise um 22 Punkte (*Erkenntnisgewinnung*) höhere Kompetenzwerte als Jungen. Auch in nahezu allen Ländern ergibt sich in beiden untersuchten Kompetenzbereichen ein signifikanter Vorsprung der Mädchen (vgl. Abb. 7.6). Ein anderes Bild ist lediglich für Baden-Württemberg im Bereich *Fachwissen* sowie für Bremen und Sachsen im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zu verzeichnen; hier liegt kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtergruppen vor. Besonders ausgeprägt und signifikant größer als in Deutschland insgesamt ist der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen hingegen mit 36 Punkten in Hamburg im Bereich *Erkenntnisgewinnung*.

Abbildung 7.7: Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie in den Ländern



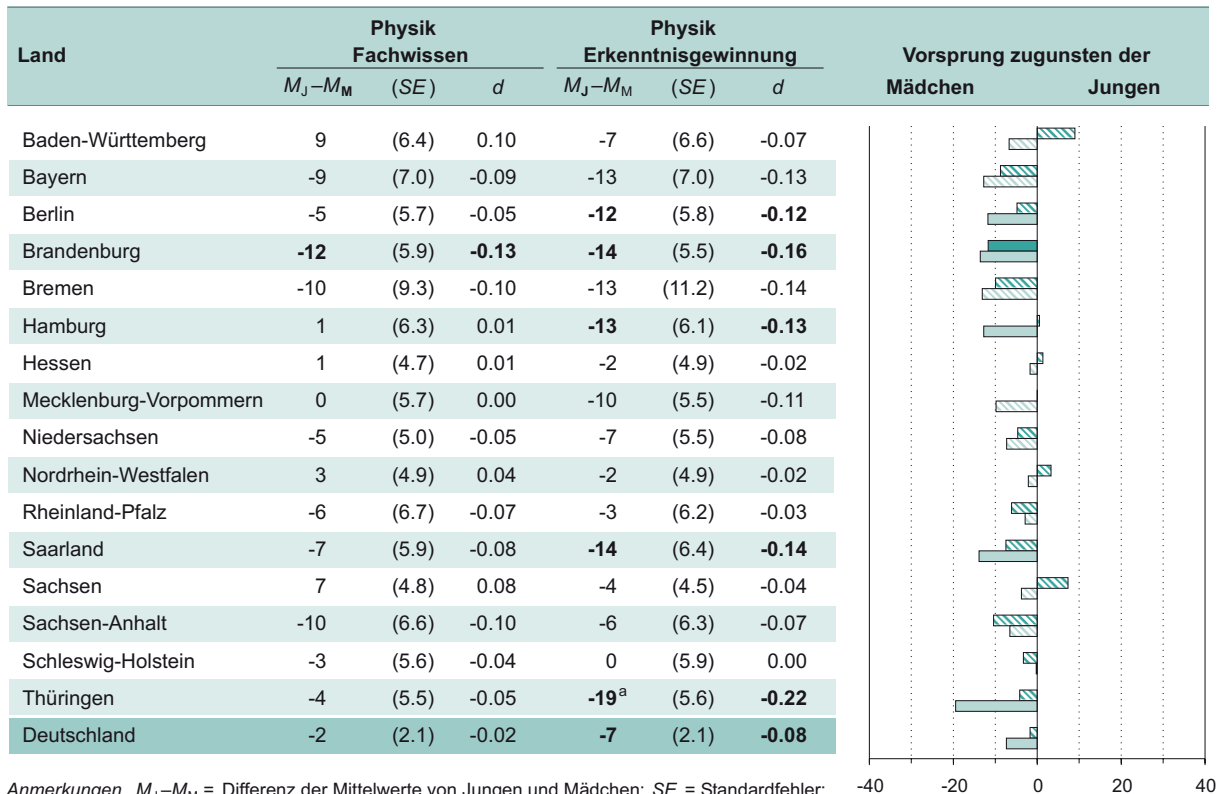
Anmerkungen. $M_J - M_M$ = Differenz der Mittelwerte von Jungen und Mädchen; SE = Standardfehler; d = Effektstärke Cohens d .

^a Statistisch signifikante Differenz ($p < .05$) zum Wert für Deutschland.

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz zwischen Jungen und Mädchen an.

■ Chemie Fachwissen
■ Chemie Erkenntnisgewinnung

Auch für das Fach Chemie ist bundesweit ein Kompetenzvorsprung der Mädchen zu verzeichnen, der mit jeweils 10 Punkten für beide untersuchten Kompetenzbereiche jedoch geringer ausfällt als im Fach Biologie. Auf Länderebene sind die Geschlechterunterschiede im Fach Chemie nur vereinzelt signifikant (vgl. Abb. 7.7). Signifikant höhere Kompetenzwerte der Mädchen in beiden untersuchten Bereichen ergeben sich für die Länder Bayern, Brandenburg und Thüringen, während sich ein signifikanter Vorsprung der Mädchen in Bremen, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein nur im Bereich *Fachwissen* und in Hamburg nur im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zeigt. In den übrigen Ländern unterscheiden sich die Mittelwerte für Jungen und Mädchen in beiden Kompetenzbereichen nicht statistisch signifikant. Ausgeprägte geschlechtsbezogene Disparitäten, die signifikant größer ausfallen als in Deutschland insgesamt, liegen mit 25 Punkten in Brandenburg und 26 Punkten in Sachsen-Anhalt im Bereich *Fachwissen* vor.

Abbildung 7.8: Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik in den Ländern

Im Fach Physik ist in Deutschland insgesamt lediglich im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* eine signifikante Geschlechterdisparität zu verzeichnen, wobei der Kompetenzvorsprung der Mädchen mit 7 Punkten gering ausfällt. Entsprechend finden sich auch nur in wenigen Ländern signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen im Fach Physik (vgl. Abb. 7.8). Im Kompetenzbereich *Fachwissen* weisen die Mädchen nur in Brandenburg signifikant höhere Kompetenzwerte auf, während im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ein signifikanter Kompetenzvorsprung der Mädchen in Berlin, Brandenburg, Hamburg, im Saarland und in Thüringen zu verzeichnen ist. Der Unterschied in Thüringen im Bereich *Erkenntnisgewinnung* fällt dabei mit 19 Punkten signifikant größer aus als in Deutschland insgesamt. In allen übrigen Ländern zeigen sich im Fach Physik keine signifikanten Geschlechterdisparitäten.

7.3 Geschlechtsbezogene Kompetenzunterschiede in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

In den vorherigen Abschnitten wurden die Unterschiede in den von Jungen und Mädchen im Jahr 2018 erreichten Kompetenzen beschrieben. Im Folgenden soll nun mit Trendanalysen der Frage nachgegangen werden, inwieweit sich die von Jungen und Mädchen gegen Ende der 9. Jahrgangsstufe erreichten Kompetenzen in den letzten sechs Jahren verändert haben und inwieweit die geschlechtsbezogenen Disparitäten gegenüber dem Jahr 2012 verringert werden konnten.

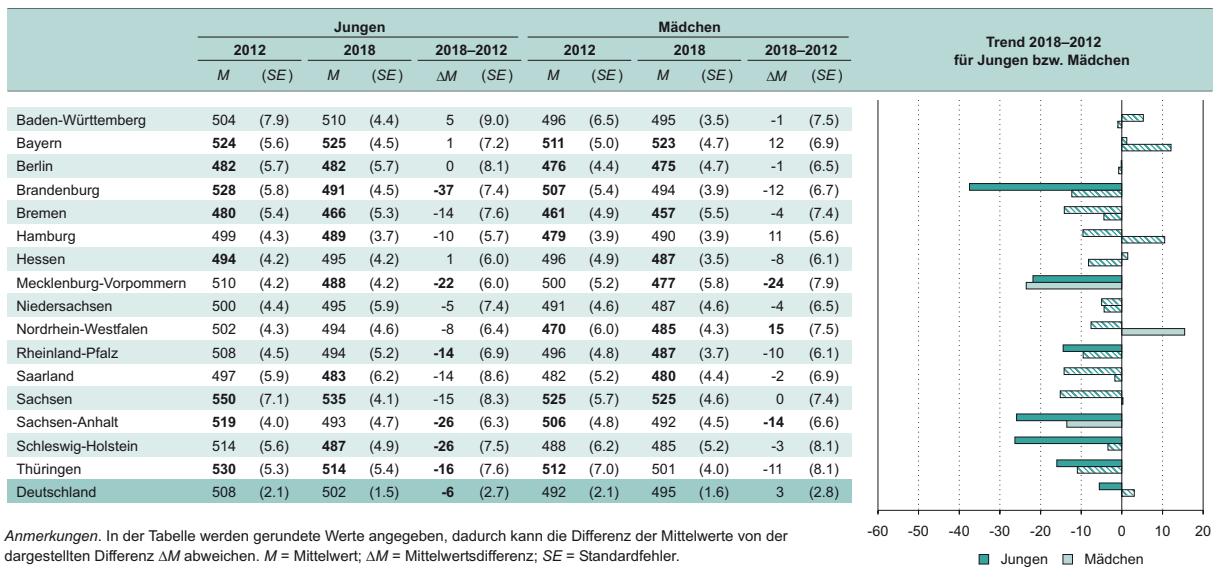
In einem ersten Schritt wird zunächst separat für die Teilpopulationen der Jungen und der Mädchen dargestellt, ob beziehungsweise wie sich die in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik untersuchten Kompetenzen seit dem IQB-Ländervergleich 2012 verändert haben (Abschnitt 7.3.1). Im zweiten Schritt wird geprüft, ob diese Entwicklungen zu einer Veränderung der geschlechtsbezogenen Disparitäten geführt haben (Abschnitt 7.3.2). Die Ergebnisse werden jeweils für Deutschland insgesamt und für die 16 Länder dargestellt.

7.3.1 Trends in den von Jungen und Mädchen erreichten Kompetenzen

Die Abbildungen 7.9 bis 7.15 zeigen für Deutschland insgesamt sowie für die einzelnen Länder die von Jungen und Mädchen im jeweiligen Fach und Kompetenzbereich erreichten Mittelwerte (M) in den Jahren 2012 und 2018, die Differenz der Mittelwerte für die beiden Erhebungszeitpunkte (ΔM) sowie die zugehörigen Standardfehler (SE). Die Veränderung zwischen den Erhebungszeitpunkten wird zudem grafisch veranschaulicht, wobei nach rechts weisende Balken eine Steigerung der erreichten Kompetenzen anzeigen und nach links weisende Balken Kompetenzrückgängen entsprechen. Statistisch signifikante Veränderungen sind durch Fettdruck und ausgefüllte Balken gekennzeichnet.

Im Fach Mathematik hat der Kompetenzmittelwert in der Teilpopulation der Jungen in Deutschland insgesamt gegenüber dem Jahr 2012 geringfügig, aber statistisch signifikant um 6 Punkte abgenommen, wohingegen sich das von Mädchen im Durchschnitt erreichte Kompetenzniveau nicht signifikant verändert hat (vgl. Abb. 7.9). Auch in mehreren Ländern sind signifikant negative Trends für die Kompetenzmittelwerte der Jungen zu verzeichnen, die mit 14 bis 37 Punkten teilweise deutlich größer ausfallen als im Bundesdurchschnitt; dies betrifft die Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen. Demgegenüber zeigt sich ein signifikanter Kompetenzrückgang für Mädchen im Fach Mathematik nur in den Ländern Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt (Rückgang um 24 bzw. um 14 Punkte). Eine signifikant positive Entwicklung in den erreichten Kompetenzen ist im Fach Mathematik lediglich in Nordrhein-Westfalen für die Mädchen zu beobachten (Zuwachs um 15 Punkte).

Im Fach Biologie ergibt sich für Deutschland insgesamt in den beiden untersuchten Kompetenzbereichen weder für Jungen noch für Mädchen eine signifikante Veränderung in den Kompetenzmittelwerten (vgl. Abb. 7.10 und 7.11). In insgesamt zehn Ländern sind jedoch signifikante Trends zu verzeichnen. Im Bereich *Fachwissen* zeigen sich in den Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Rheinland-Pfalz, im Saarland sowie in Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen signifikante Kompetenzrückgänge der Jungen zwischen 16 und 45 Punkten; im Bereich *Erkenntnisgewinnung* sind sig-

Abbildung 7.9: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 von Jungen bzw. Mädchen erreichten Kompetenzen im Fach Mathematik (*Globalskala*)

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben, dadurch kann die Differenz der Mittelwerte von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; ΔM = Mittelwertsdifferenz; SE = Standardfehler. Fett gedruckte Mittelwerte unterscheiden sich statistisch signifikant vom Mittelwert für Jungen bzw. Mädchen in Deutschland insgesamt ($p < .05$). Fett gedruckte Mittelwertsdifferenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Mittelwertsdifferenz zwischen den Jahren 2018 und 2012 an.

nifikante Rückgänge in den Kompetenzmittelwerten der Jungen zwischen 18 und 32 Punkten in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen zu verzeichnen. Auch in der Teilpopulation der Mädchen ergeben sich im Fach Biologie in einer Reihe von Ländern signifikant ungünstige Veränderungen, die im Bereich *Fachwissen* mit Rückgängen zwischen 15 und 24 Punkten in den Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein zu verzeichnen sind und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Mecklenburg-Vorpommern (Rückgang um 14 Punkte) sowie in Niedersachsen und im Saarland (jeweils Rückgang um 20 Punkte). Die einzige signifikant positive Veränderung ist erneut in Nordrhein-Westfalen für die Mädchen zu verzeichnen und betrifft den Bereich *Fachwissen* (Zuwachs um 14 Punkte).

Auch für das Fach Chemie ergeben sich zwar bundesweit in den beiden untersuchten Kompetenzbereichen für Jungen und Mädchen keine signifikanten Veränderungen gegenüber dem Jahr 2012 (vgl. Abb. 7.12 und 7.13), auf Länderebene liegen jedoch in insgesamt zehn Ländern signifikante Kompetenzrückgänge in mindestens einem Kompetenzbereich vor. In der Teilpopulation der Jungen sind im Bereich *Fachwissen* Kompetenzrückgänge zwischen 25 und 53 Punkten in den Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen zu verzeichnen; im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ergeben sich signifikant ungünstige Veränderungen von 16 bis 54 Punkten wiederum in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen sowie zusätzlich in Berlin und Sachsen. In der Teilpopulation der Mädchen finden sich im Fach Chemie in mehreren Ländern ebenfalls signifikant ungünstige Trends, und zwar im Bereich *Fachwissen* mit Kompetenzrückgängen zwischen 18 und 29 Punkten in den Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein; im Bereich *Erkenntnisgewinnung* sind signifikante Rückgänge wiederum in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein sowie zusätzlich in Hessen, Niedersachsen

Abbildung 7.10: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 von Jungen bzw. Mädchen erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Biologie

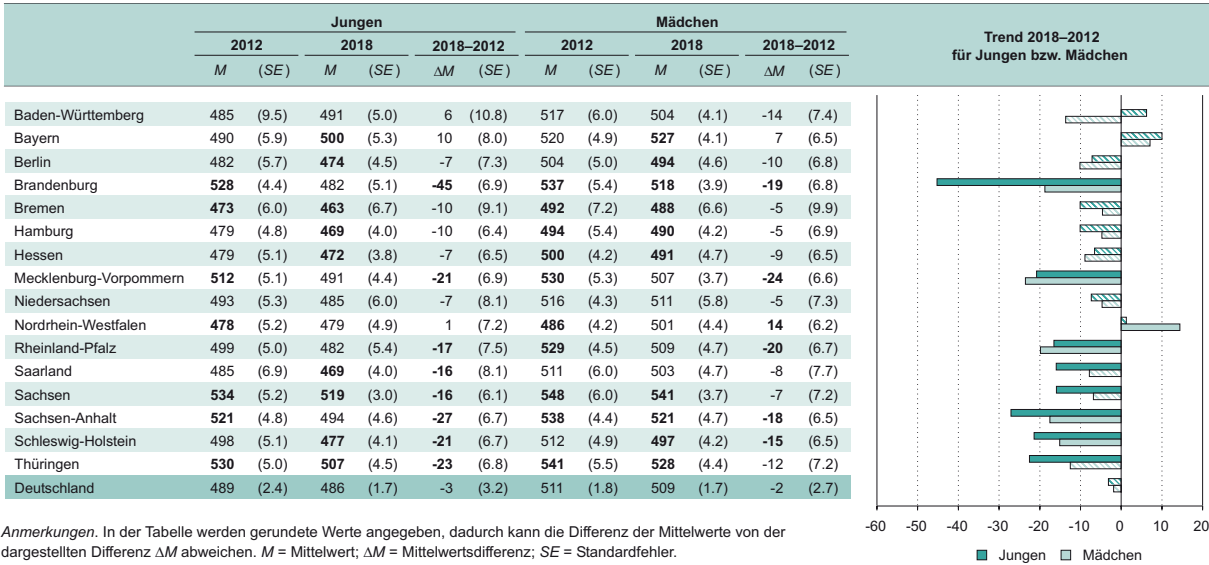
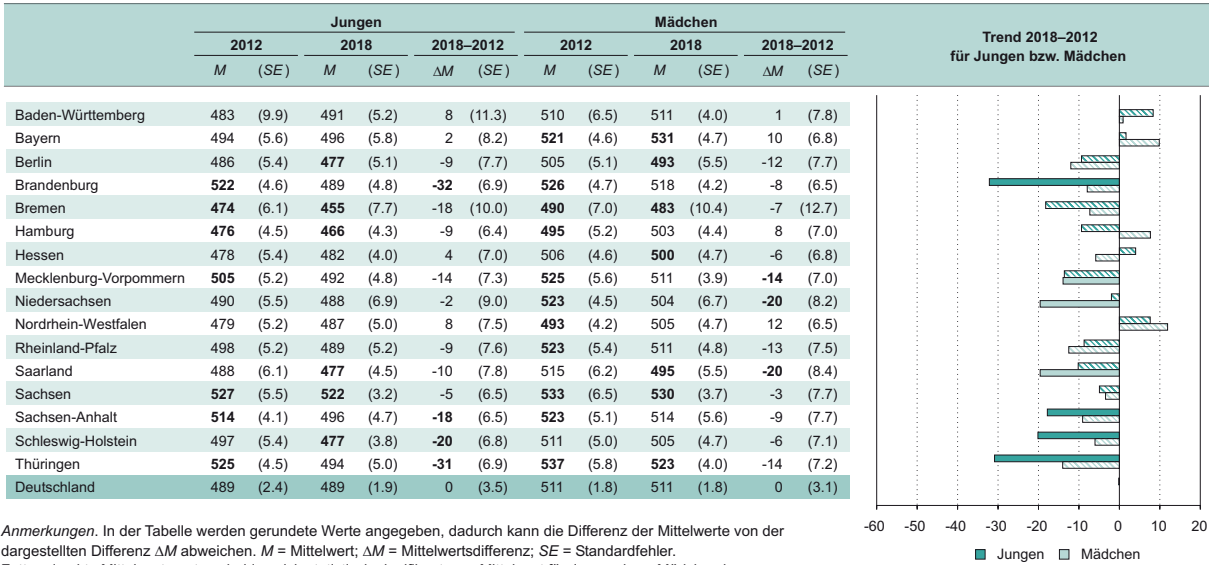
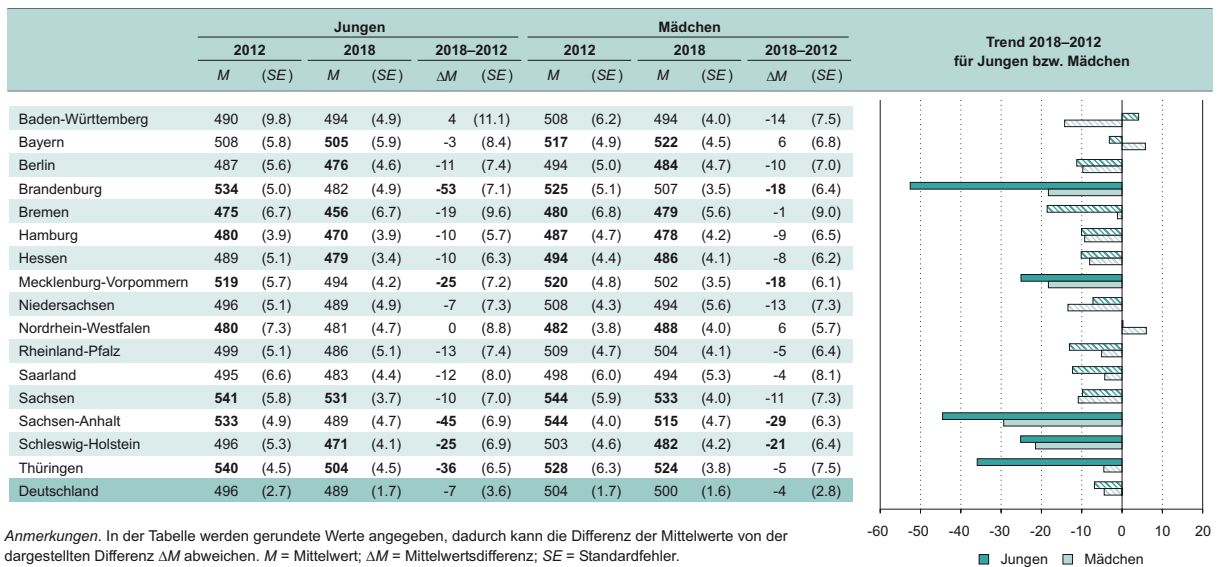
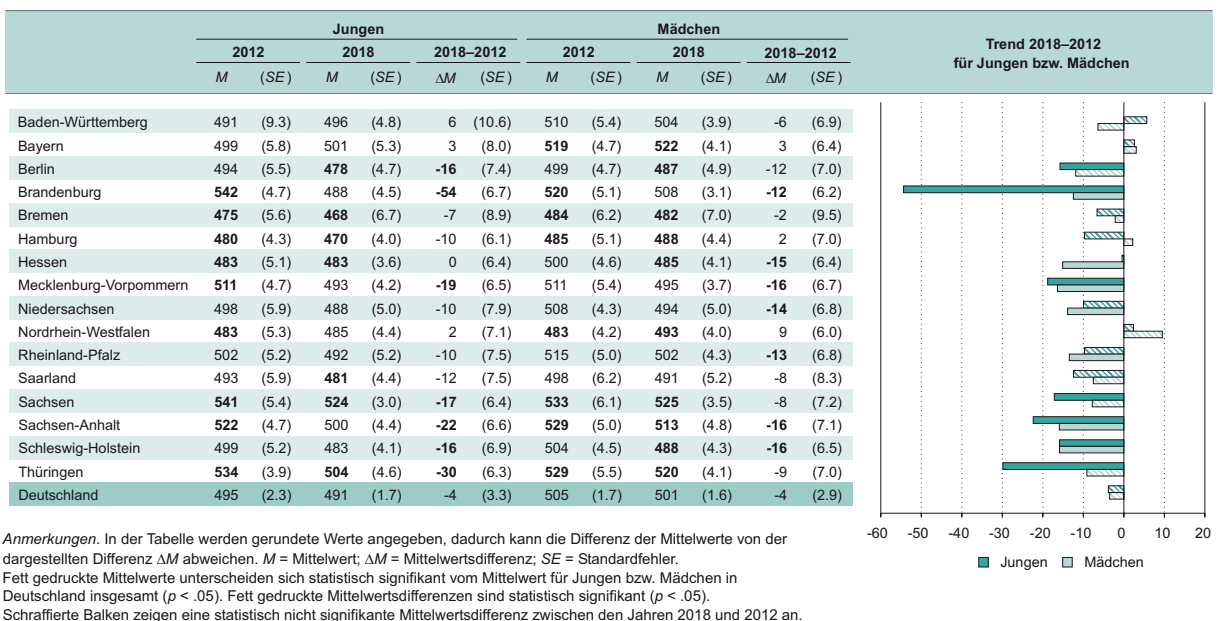


Abbildung 7.11: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 von Jungen bzw. Mädchen erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie



und Rheinland-Pfalz zu finden und betragen zwischen 12 und 16 Punkten. Signifikante Kompetenzzuwächse sind in keinem Land zu beobachten.

Wie in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern sind auch im Fach Physik in Deutschland insgesamt keine signifikanten Veränderungen in den von Jungen und Mädchen im Mittel erreichten Kompetenzen zu verzeichnen, allerdings zeigen sich signifikante Veränderungen in sechs Ländern (vgl. Abb. 7.14 und 7.15). In der Teilpopulation der Jungen ergeben sich im Bereich *Fachwissen* signifikante Kompetenzrückgänge zwischen 18 und 43 Punkten in den Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen. Auch im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zei-

Abbildung 7.12: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 von Jungen bzw. Mädchen erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Chemie**Abbildung 7.13:** Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 von Jungen bzw. Mädchen erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie

gen sich in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen mit Rückgängen von 14 bis 39 Punkten signifikant ungünstige Trends für die Jungen. Signifikante Rückgänge der Kompetenzmittelwerte der Mädchen ergeben sich im Bereich *Fachwissen* für die Länder Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen, wobei diese Veränderungen 15 bis 22 Punkte umfassen, sowie im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein (Rückgang um 15 bzw. um 17 Punkte). In keinem Land sind im Fach Physik signifikant positive Trends in den von Jungen und Mädchen erreichten Kompetenzen zu beobachten.

Abbildung 7.14: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 von Jungen bzw. Mädchen erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Physik

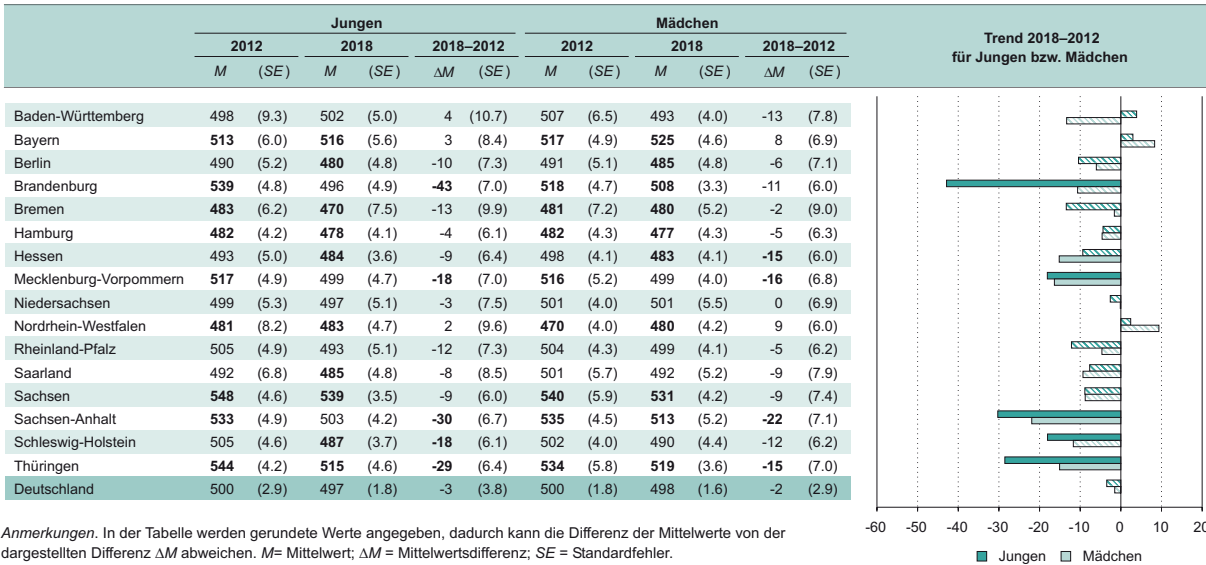
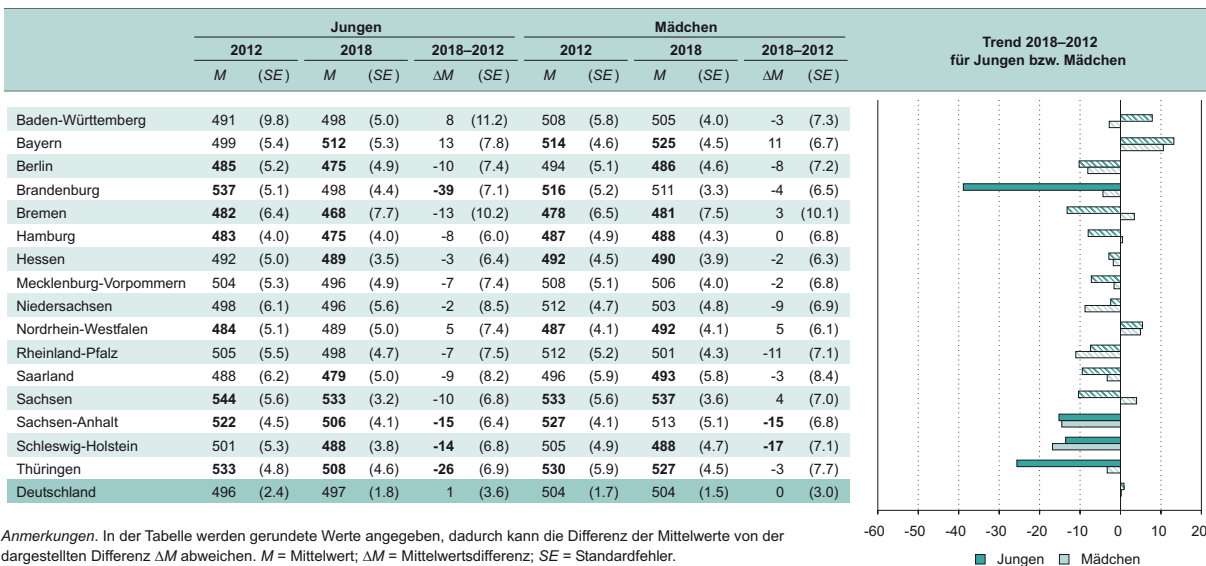


Abbildung 7.15: Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 von Jungen bzw. Mädchen erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik



Zusammenfassend ist festzuhalten, dass insbesondere im Fach Mathematik, aber auch in nahezu allen untersuchten naturwissenschaftlichen Fächern und Kompetenzbereichen bei Jungen häufiger signifikant ungünstige Entwicklungen zu verzeichnen sind als bei Mädchen. Signifikant positive Trends zeigen sich nur sehr selten und ausschließlich für Mädchen in zwei Kompetenzbereichen. In insgesamt vier Ländern (Baden-Württemberg, Bayern, Bremen und Hamburg) liegen in keinem Fach und Kompetenzbereich signifikante Veränderungen in den Kompetenzmittelwerten von Jungen und Mädchen vor; in einem Land (Nordrhein-Westfalen) sind die Veränderungen entweder positiv oder nicht signifikant.

7.3.2 Trends in geschlechtsbezogenen Disparitäten

Abschließend wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich die geschlechtsbezogenen Disparitäten seit dem Jahr 2012 verändert haben. Für jedes Fach und jeden Kompetenzbereich werden in Tabelle 7.4 die Unterschiede zwischen den Kompetenzmittelwerten von Jungen und Mädchen ($M_J - M_M$) gegenübergestellt, die in den Jahren 2012 und 2018 in Deutschland insgesamt und in den Ländern festgestellt wurden. Fett gedruckte Disparitäten sind im jeweiligen Erhebungsjahr statistisch signifikant. Signifikante Veränderungen in den Disparitäten über den Zeitraum von sechs Jahren sind durch einen Pfeil gekennzeichnet. Dabei gibt ein nach unten zeigender Pfeil an, dass sich der Kompetenzunterschied zwischen Jungen und Mädchen signifikant verringert hat, während ein nach oben zeigender Pfeil eine signifikante Vergrößerung der Disparität kennzeichnet. Zudem ist es möglich, dass sich der Unterschied zwischen den Geschlechtergruppen „umkehrt“, wenn beispielsweise im Jahr 2012 ein Kompetenzvorsprung der Jungen vorliegt, während im Jahr 2018 ein Vorsprung der Mädchen zu verzeichnen ist. Sofern eine solche Entwicklung signifikant ist, wird sie in Tabelle 7.4 mit einem Doppelpfeil angezeigt.

Da ähnliche Veränderungen in den geschlechtsbezogenen Disparitäten auf sehr unterschiedliche Entwicklungen der Kompetenzen in den Teilpopulationen der Jungen und Mädchen zurückzuführen sein können, werden im Folgenden auch die im vorhergehenden Abschnitt 7.3.1 dargestellten Ergebnisse zu den Trends in den einzelnen Teilpopulationen berücksichtigt.

Im Fach Mathematik hat sich der mittlere Kompetenzunterschied zwischen Jungen und Mädchen in Deutschland insgesamt seit dem Jahr 2012 signifikant verringert (vgl. Tab. 7.4), wobei diese Entwicklung in erster Linie auf einen Rückgang des Kompetenzmittelwerts der Jungen zurückzuführen ist (vgl. Abb. 7.9). Eine signifikante Abnahme der geschlechtsbezogenen Disparitäten ist im Fach Mathematik zudem für die Länder Brandenburg, Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein zu verzeichnen. In allen genannten Ländern lag im Jahr 2012 im Fach Mathematik ein signifikanter Kompetenzvorsprung der Jungen vor, wohingegen sich im Jahr 2018 kein signifikanter Unterschied zwischen Jungen und Mädchen zeigt. Während diese Veränderung in Brandenburg und Schleswig-Holstein primär auf Kompetenzrückgängen bei den Jungen beruht, hängt sie in Nordrhein-Westfalen hauptsächlich mit Kompetenzzuwächsen der Mädchen zusammen. In den übrigen zwölf Ländern haben sich die geschlechtsbezogenen Disparitäten im betrachteten Zeitraum nicht signifikant verändert.

In den untersuchten naturwissenschaftlichen Fächern und Kompetenzbereichen sind bundesweit keine signifikanten Veränderungen in den geschlechtsbezogenen Disparitäten zu verzeichnen. Auf Länderebene ergeben sich signifikante Trends in den Disparitäten zwischen den Geschlechtergruppen nur für die Länder Brandenburg und Thüringen. In Brandenburg ist der Kompetenzunterschied zwischen Neuntklässlern und Neuntklässlerinnen im Fach Biologie in beiden Kompetenzbereichen sowie im Bereich *Fachwissen* im Fach Chemie signifikant größer geworden. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie sowie in beiden Kompetenzbereichen im Fach Physik hat sich der im Jahr 2012 in Brandenburg festgestellte signifikante Kompetenzvorsprung der Jungen im Jahr 2018 zu einem signifikanten Vorsprung der Mädchen verändert. In Thüringen haben die geschlechtsbezogenen Disparitäten im Fach Biologie im Bereich *Erkenntnisgewinnung*, im Fach Chemie in beiden Kompetenzbereichen sowie im Fach Physik im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zwischen den Jahren 2012

Tabelle 7.4: Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

	Mathematik (Globalskala)		Biologie Fachwissen		Biologie Erkenntnis- gewinnung		Chemie Fachwissen		Chemie Erkenntnis- gewinnung		Physik Fachwissen		Physik Erkenntnis- gewinnung	
	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2012	2018
	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$	$M_J - M_M$
Baden-Württemberg	8	14	-33	-13	-27	-20	-18	0	-19	-7	-8	9	-17	-7
Bayern	13	2	-30	-27	-27	-35	-9	-17	-20	-21	-3	-9	-15	-13
Berlin	6	7	-23	-20	-19	-16	-7	-9	-5	-9	0	-5	-10	-12
Brandenburg	22	-4 ↓	-10	-36 ↑	-4	-28 ↑	9	-25 ↑	22	-20 ↔	21	-12 ↔	21	-14 ↔
Bremen	19	10	-19	-25	-17	-28	-6	-23	-9	-13	2	-10	4	-13
Hamburg	20	0 ↓	-15	-20	-19	-36	-7	-8	-6	-17	0	1	-4	-13
Hessen	-2	8	-21	-19	-28	-18	-5	-7	-16	-2	-4	1	-1	-2
Mecklenburg-Vorpommern	10	11	-18	-15	-19	-19	-1	-8	0	-2	2	0	-4	-10
Niedersachsen	9	8	-23	-26	-34	-16	-12	-5	-10	-6	-2	-5	-14	-7
Nordrhein-Westfalen	32	9 ↓	-9	-22	-14	-19	-2	-8	0	-7	10	3	-3	-2
Rheinland-Pfalz	12	7	-31	-27	-25	-21	-10	-18	-13	-9	1	-6	-7	-3
Saarland	15	3	-26	-34	-27	-18	-3	-11	-5	-10	-9	-7	-8	-14
Sachsen	26	10	-13	-22	-6	-7	-2	-1	8	-1	7	7	11	-4
Sachsen-Anhalt	14	1	-17	-27	-10	-18	-11	-26	-7	-13	-2	-10	-6	-6
Schleswig-Holstein	25	3 ↓	-14	-21	-14	-28	-8	-11	-5	-5	3	-3	-4	0
Thüringen	18	13	-11	-21	-12	-29 ↑	12	-19 ↑	5	-16 ↑	9	-4	3	-19 ↑
Deutschland	16	7 ↓	-22	-23	-22	-22	-8	-10	-10	-10	0	-2	-8	-7

Anmerkungen. $M_J - M_M$ = Differenz der Mittelwerte von Jungen und Mädchen.

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Pfeilsymbole zeigen eine statistisch signifikante Veränderung der Geschlechterdisparität zwischen den Jahren 2012 und 2018 an:

↑ = Geschlechterdisparität hat im Trend signifikant zugenommen; ↓ = Geschlechterdisparität hat im Trend signifikant abgenommen;

↔ = signifikanter Kompetenzvorsprung der Jungen hat sich zwischen den Erhebungszeitpunkten zu einem signifikanten Kompetenzvorsprung der Mädchen verändert oder umgekehrt.

und 2018 signifikant zugenommen, sodass sich im Jahr 2018 in allen genannten Bereichen ein signifikanter Kompetenzvorsprung der Jungen ergibt. Sowohl die Trends in den geschlechtsbezogenen Disparitäten in Brandenburg als auch die signifikanten Trends in Thüringen sind hauptsächlich auf die in den genannten Fächern und Kompetenzbereichen zu verzeichnenden signifikanten Kompetenzrückgänge der Jungen zurückzuführen (vgl. Abb. 7.10 bis 7.15).

7.4 Zusammenfassung und Diskussion

Die in diesem Kapitel dargestellten Ergebnisse zeigen, dass im Jahr 2018 in nahezu allen untersuchten Kompetenzbereichen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik gegen Ende der 9. Jahrgangsstufe signifikante Unterschiede zwischen den von Jungen und den von Mädchen im Durchschnitt erreichten Kompetenzen bestehen. Übereinstimmend mit den Ergebnissen früherer Schulleistungsstudien erzielen Jungen im Fach Mathematik im Mittel höhere Kompetenzwerte als Mädchen, wobei der Unterschied zwischen den Kompetenzmittelwerten sowohl auf der Globalskala als auch bei den Leitideen

relativ klein ausfällt und in den Kompetenzbereichen *Raum und Form* und *Funktionaler Zusammenhang* statistisch nicht signifikant ist. Demgegenüber erreichen Mädchen in den naturwissenschaftlichen Fächern, insbesondere im Fach Biologie, aber auch im Fach Chemie sowie im Bereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik im Durchschnitt ein signifikant höheres Kompetenzniveau als Jungen.

Werden die Analysen separat für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien einerseits und Schülerinnen und Schüler an nichtgymnasialen Schulen andererseits durchgeführt, ergibt sich für letztere im Wesentlichen dasselbe Befundmuster wie für die Gesamtpopulation. Am Gymnasium ist hingegen in allen untersuchten Fächern eine Verschiebung der Ergebnisse zugunsten der Jungen zu beobachten. Hier sind im Fach Mathematik die Vorteile der Jungen stärker ausgeprägt als an nichtgymnasialen Schularten, während die Vorteile der Mädchen in den naturwissenschaftlichen Fächern am Gymnasium je nach Kompetenzbereich geringer ausfallen, nicht signifikant sind oder Jungen signifikant bessere Ergebnisse erzielen als Mädchen. Inwieweit diese differenziellen Muster eine Folge von Leistungsunterschieden sind, die bereits vor dem Besuch des Gymnasiums bestanden, oder auf Schulartunterschiede in der Förderung mathematisch-naturwissenschaftlicher Kompetenzen zurückzuführen sind, kann anhand der vorliegenden Daten nicht bestimmt werden.

In Analysen zum Erreichen der Bildungsstandards zeigt sich im Fach Mathematik für Deutschland insgesamt, dass die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen auch im Hinblick auf das Verfehlen des Mindeststandards, das Erreichen oder Übertreffen des Regelstandards und das Erreichen des Optimalstandards klein sind. Auch für die naturwissenschaftlichen Fächer Chemie und Physik sind nur geringe Unterschiede in den Kompetenzverteilungen von Jungen und Mädchen zu verzeichnen. Im Fach Biologie fallen die Kompetenzverteilungen der Mädchen hingegen günstiger aus. Insbesondere der Anteil der Jugendlichen, die in Biologie mindestens die Regelstandards erreichen, ist in der Teilpopulation der Mädchen höher als in der Teilpopulation der Jungen.

Auf Länderebene zeigen Ergebnisse zu den Mittelwertsunterschieden zwischen Jungen und Mädchen im Fach Mathematik, dass im Jahr 2018 nur in zwei Ländern (Baden-Württemberg und Thüringen) signifikante Disparitäten vorliegen und dass diese zugunsten der Jungen ausfallen. Im Fach Biologie sind hingegen – übereinstimmend mit den Befunden für Deutschland insgesamt – in fast allen Ländern für beide untersuchten Kompetenzbereiche signifikante Kompetenzvorteile der Mädchen zu verzeichnen. Im Fach Chemie ergeben sich in der Hälfte der Länder (Bayern, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen) signifikante Geschlechterunterschiede in einem oder in beiden untersuchten Kompetenzbereichen, wobei die Kompetenzmittelwerte der Mädchen in diesen Ländern wiederum signifikant höher ausfallen als die der Jungen. Im Fach Physik schließlich zeigen sich nur in fünf Ländern (Berlin, Brandenburg, Hamburg, im Saarland und in Thüringen) signifikante geschlechtsbezogene Disparitäten. Auch diese fallen durchgehend zugunsten der Mädchen aus.

Betrachtet man in Trendanalysen die Teilpopulationen der Jungen und der Mädchen zunächst separat und vergleicht jeweils die in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen, so zeigt sich, dass in vier Ländern (Baden-Württemberg, Bayern, Bremen und Hamburg) keine signifikanten Veränderungen in den untersuchten Fächern und Kompetenzbereichen zu verzeichnen sind. Nur

in einem Land (Nordrhein-Westfalen) ergeben sich vereinzelt signifikant positive Trends für die Mädchen. In den übrigen Ländern zeigt sich in mindestens einem Kompetenzbereich ein signifikanter Kompetenzrückgang für Jungen und/oder Mädchen. Insbesondere im Fach Mathematik, aber auch in nahezu allen untersuchten naturwissenschaftlichen Fächern und Kompetenzbereichen sind dabei für Jungen häufiger signifikant ungünstige Entwicklungen zu verzeichnen als für Mädchen. In vier Ländern (Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen) fallen die von Jungen im Durchschnitt erreichten Kompetenzen in allen untersuchten Fächern und Kompetenzbereichen im Jahr 2018 signifikant geringer aus als im Jahr 2012. Ein ähnlich konsistenter Rückgang der erreichten Kompetenzen in allen untersuchten Kompetenzbereichen ist für Mädchen in keinem Land zu verzeichnen.

In Deutschland insgesamt sind die geschlechtsbezogenen Disparitäten im Fach Mathematik seit dem Jahr 2012 signifikant zurückgegangen. Dies ist auch in mehreren Ländern (Brandenburg, Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein) der Fall, wobei die Veränderungen in Brandenburg und Schleswig-Holstein primär auf Kompetenzrückgängen bei den Jungen, in Nordrhein-Westfalen hauptsächlich auf Kompetenzzuwächsen bei den Mädchen beruhen. In den naturwissenschaftlichen Fächern sind signifikante Veränderungen in den geschlechtsbezogenen Disparitäten nur auf Länderebene und lediglich für Brandenburg und Thüringen zu verzeichnen. Diese Trends sind hauptsächlich auf ungünstige Entwicklungen in den von Jungen erreichten Kompetenzen zurückzuführen.

Insgesamt bestätigen die Analysen des IQB-Bildungstrends 2018 zu geschlechtsbezogenen Disparitäten also im Fach Mathematik die Ergebnisse früherer Studien: Jungen erzielen hier im Durchschnitt ein höheres Kompetenzniveau als Mädchen, wobei der Unterschied an Gymnasien besonders stark ausgeprägt ist und der Geschlechterunterschied in Deutschland insgesamt kleiner geworden ist. In den naturwissenschaftlichen Fächern hingegen zeigen sich insbesondere im Fach Biologie und teilweise auch im Fach Chemie Kompetenzvorsprünge der Mädchen, wohingegen im Fach Physik keine konsistenten Geschlechterunterschiede zu verzeichnen sind. Während die stereotypen Muster, wonach es sich insbesondere bei den Fächern Mathematik und Physik um „Jungenfächer“ handelt (Hannover & Kessels, 2011), für das fachbezogene Selbstkonzept der eigenen Fähigkeiten und das fachliche Interesse weiterhin zu finden sind (siehe Kapitel 10), ist dies für die erreichten Kompetenzen im Fach Mathematik also weitaus weniger und im Fach Physik gar nicht mehr der Fall. Allerdings weisen die Trends nur bedingt darauf hin, dass die Förderung der Mädchen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern zunehmend besser gelingt. Zwar haben sich ihre fachbezogenen Selbstkonzepte und Interessen zwischen den Jahren 2012 und 2018 teilweise positiv entwickelt (siehe Kapitel 10), die von ihnen erreichten Kompetenzen sind jedoch von wenigen Ausnahmen abgesehen nicht signifikant angestiegen. Für die Jungen sind sogar ungünstige Entwicklungen zu verzeichnen: In einigen Ländern erreichen sie im Jahr 2018 deutlich geringere Kompetenzmittelwerte als im Jahr 2012 und auch ihre fachbezogenen Selbstkonzepte und Interessen haben in diesem Zeitraum abgenommen.

Die Befunde dieser Analysen könnten Anlass zu weiteren Diskussionen geben, die seit einigen Jahren zu der Frage „Sind Jungen die neuen Bildungsverlierer?“ geführt werden (vgl. etwa Hannover, 2017; Hannover & Kessels, 2011; Spinath, 2014). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Befundlage zu Geschlechterunterschieden im Bildungserfolg komplex ist (für eine Zusammenfassung des

Forschungsstands siehe z.B. Driessen & van Langen, 2013; Hannover, 2017; Hannover, Wolter & Zander, 2017; Stanat et al., 2018). Derzeit ist nicht abschließend geklärt, welche der verschiedenen Thesen, die als mögliche Erklärung des geringeren schulischen Bildungserfolgs von Jungen angeführt werden, haltbar sind. Für die Annahme, dass die Überrepräsentation von Frauen im pädagogischen Personal dafür verantwortlich sein könnte, gibt es jedoch bisher keine Belege (vgl. z.B. Helbig, 2010). Hingegen liegen einige Hinweise darauf vor, dass Mädchen eher als Jungen bestimmte Persönlichkeitsmerkmale und überfachliche Kompetenzen aufweisen (z.B. Gewissenhaftigkeit, Selbstdisziplin und Sozialverhalten), die für schulisches Lernen allgemein relevant sind (Anders et al., 2010; Hannover & Kessels, 2011). Hier sollten also Überlegungen zur Frage ansetzen, wie ungünstige Entwicklungen im Bildungserfolg der Jungen gestoppt werden können. Gleichzeitig weist aber die Diskrepanz zwischen den von Schülerinnen erreichten Kompetenzen einerseits und ihren motivationalen Merkmalen andererseits darauf hin, dass eine weitere Herausforderung nach wie vor darin besteht, Mädchen von ihrem Leistungspotenzial im MINT-Bereich zu überzeugen und ihr Interesse daran zu fördern. Dies bildet eine wichtige Voraussetzung dafür, dass es sich junge Frauen vermehrt zutrauen, berufliche Laufbahnen in diesem Bereich einzuschlagen.

Literatur

- Anders, Y., McElvany, N. & Baumert, J. (2010). Die Einschätzung lernrelevanter Schülermerkmale zum Zeitpunkt des Übergangs von der Grundschule auf die weiterführende Schule. Wie differenziert urteilen Lehrkräfte? In K. Maaz, J. Baumert, C. Gresch & N. McElvany (Hrsg.), *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule. Leistungsgerechtigkeit und regionale, soziale und ethnisch-kulturelle Disparitäten* (S. 313–330). Bonn: BMBF.
- Baumert, J., Köller, O. & Schnabel, K. U. (2000). Schulformen als differentielle Entwicklungsmilieus – eine ungehörige Fragestellung? Erwiderung auf die Expertise „Zur Messung sozialer Motivation in der BIJU-Studie“ von Georg Lind. In Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft (GEW) (Hrsg.), *Messung sozialer Motivation: Eine Kontroverse* (S. 28–69). Frankfurt a.M.: Bildungs- und Förderungswerk der GEW im DGB.
- Baumert, J., Stanat, P. & Watermann, R. (2006). Schulstruktur und die Entstehung differenzieller Lern- und Entwicklungsmilieus. In J. Baumert, P. Stanat & R. Watermann (Hrsg.), *Herkunftsbedingte Disparitäten im Bildungswesen: Differentielle Bildungsprozesse und Probleme der Verteilungsgerechtigkeit. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000* (S. 95–188). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bloom, H. S., Hill, C. J., Black, A. R. & Lipsey, M. W. (2008). Performance trajectories and performance gaps as achievement effect-size benchmarks for educational interventions. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 1, 289–328.
- Blossfeld, H.-P., Bos, W., Hannover, B., Lenzen, D., Müller-Böling, D., Prenzel, M. & Wößmann, L. (2009). Geschlechterdifferenzen im Bildungssystem. In Verein der Bayerischen Wirtschaft e.V. (Hrsg.), *Jahresgutachten 2009 des Aktionsrats Bildung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bos, W., Hornberg, S., Arnold, K.-H., Faust, G., Fried, L., Lankes, E.-M., Schwiippert, K. & Valtin, R. (2007). *IGLU 2006. Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Böhme, K., Sebald, S., Weirich, S. & Stanat, P. (2016). Geschlechtsbezogene Disparitäten. In P. Stanat, K. Böhme, S. Schipolowski & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2015. Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 377–407). Münster: Waxmann.

- Brunner, M., Krauss, S. & Martignon, L. (2011). Eine alternative Modellierung von Geschlechtsunterschieden in Mathematik. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 32, 179–204.
- Budde, J. (2011). Geschlechtersensible Schule. In H. Faulstich-Wieland (Hrsg.), *Umgang mit Heterogenität und Differenz* (S. 99–119). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Diefenbach, H. (2010). Jungen – die „neuen“ Bildungsverlierer. In G. Quenzel & K. Hurrelmann (Hrsg.), *Bildungsverlierer. Neue Ungleichheiten* (S. 245–271). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Driessen, G. & van Langen, A. (2013). Gender differences in primary and secondary education: Are girls really outperforming boys? *International Review of Education*, 59, 67–86.
- Eid, M., Gollwitzer, M. & Schmitt, M. (2010). *Statistik und Forschungsmethoden*. Weinheim: Beltz.
- Hammer, S., Reiss, K., Lehner, M., Heine, J.-H., Sälzer, C. & Heinze, A. (2016). Mathematische Kompetenz in PISA 2015: Ergebnisse, Veränderungen und Perspektiven. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 219–248). Münster: Waxmann.
- Hannover, B. (2017). Sind Jungen in der Schule benachteiligt? Erklärungsansätze für geschlechtsabhängige Bildungsdisparitäten. *schulmanagement*, 2017(3), 24–27.
- Hannover, B. & Kessels, U. (2011). Sind Jungen die neuen Bildungsverlierer? Empirische Evidenz für Geschlechterdisparitäten zuungunsten von Jungen und Erklärungsansätze. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 25(2), 89–103.
- Hannover, B., Wolter, I. & Zander, L. (2017). Geschlechtergerechtigkeit im Klassenzimmer. In T. Eckert & B. Gniewosz (Hrsg.), *Bildungsgerechtigkeit* (S. 201–213). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Helbig, M. (2010). Sind Lehrerinnen für den geringeren Schulerfolg von Jungen verantwortlich? *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 62, 93–111.
- Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, 60, 581–592.
- Hyde, J. S., Fennema, E. & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 107, 139–155.
- Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L. & Linn, M. C. (2010). New trends in gender and mathematics performance: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136, 1123–1135.
- Prenzel, M., Schöps, K., Rönnebeck, S., Senkbeil, M., Walter, O., Carstensen, C. H. & Hammann, M. (2007). Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 63–105). Münster: Waxmann.
- Rohe, A. M. & Quaiser-Pohl, C. (2010). Prädiktoren für mathematische Kompetenzen zu Beginn der Grundschule – Gibt es Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen? In C. Quaiser-Pohl & M. Endepohls-Ulpe (Hrsg.), *Bildungsprozesse im MINT-Bereich. Interesse, Partizipation und Leistungen von Mädchen und Jungen* (S. 13–27). Münster: Waxmann.
- Schiepe-Tiska, S., Rönnebeck, S., Schöps, K., Neumann, K., Schmidtner, S., Parchmann, I. & Prenzel, M. (2016). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2015 – Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit einem modifizierten Testansatz. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 45–98). Münster: Waxmann.
- Schroeders, U., Penk, C., Jansen, M. & Pant, H. A. (2013). Geschlechtsbezogene Disparitäten. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 249–274). Münster: Waxmann.
- Spinath, B. (2014). (Hrsg.). *Empirische Bildungsforschung. Aktuelle Themen der Bildungspraxis und Bildungsforschung*. Berlin: Springer VS.
- Stanat, P. & Bergann, S. (2009). Geschlechtsbezogene Disparitäten in der Bildung. In R. Tippelt & B. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (S. 513–527). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Stanat, P., Bergann, S. & Taraszow, T. (2018). Geschlechtsbezogene Disparitäten im deutschen Bildungswesen. In R. Tippelt & B. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (4. Auflage) (S. 1321–1338). Opladen: Leske und Budrich.

- Statistisches Bundesamt. (2012a). *Fachserie 11 Reihe 1 (Bildung und Kultur, Allgemeinbildende Schulen). Schuljahr 2011/2012*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00010180/2110100127004.pdf
- Statistisches Bundesamt. (2012b). *Fachserie 11 Reihe 4.1 (Bildung und Kultur, Studierende an Hochschulen). Wintersemester 2011/12*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00010187/2110410127004.pdf
- Statistisches Bundesamt. (2013). *Fachserie 11 Reihe 1 (Bildung und Kultur, Allgemeinbildende Schulen). Schuljahr 2012/2013*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00012993/2110100137004_14022014.pdf
- Statistisches Bundesamt. (2018a). *Fachserie 11 Reihe 4.1 (Bildung und Kultur, Studierende an Hochschulen). Wintersemester 2017/18*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00041035/2110410187004_Korr14092018.pdf
- Statistisches Bundesamt. (2018b). *Fachserie 11 Reihe 3 (Bildung und Kultur, Berufliche Bildung). 2017*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00037905/2110300177004.pdf
- Statistisches Bundesamt. (2018c). *Fachserie 11 Reihe 1 (Bildung und Kultur, Allgemeinbildende Schulen). Schuljahr 2017/2018*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00042737/2110100187004_korr27022019.pdf
- Stoet, G. & Geary, D. C. (2018). The gender-equality paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics education. *Psychological Science*, 29, 581–593.
- Wendt, H., Steinmayr, R. & Kasper, D. (2016). Geschlechterunterschiede in mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen. In H. Wendt, W. Bos, C. Selter, O. Köller, K. Schwippert & D. Kasper (Hrsg.), *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland* (S. 257–298). Münster: Waxmann.

Kapitel 8

Soziale Disparitäten

Nicole Mahler und Jenny Kölm

8.1 Einleitung

Verschiedene Schulleistungsstudien konnten zeigen, dass die schulische Kompetenzentwicklung von Kindern und Jugendlichen in erheblichem Maße mit ihrem sozialen Hintergrund zusammenhängt (z.B. Kuhl, Haag, Federlein, Weirich & Schipolowski, 2016; Kuhl, Siegle & Lenski, 2013; Müller & Ehmke, 2013; Müller & Ehmke, 2016). Schülerinnen und Schüler aus Familien mit einem höheren sozioökonomischen Status erreichen konsistent deutlich höhere mittlere Kompetenzwerte als Schülerinnen und Schüler aus Familien mit einem geringeren sozioökonomischen Status.

Der enge Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und schulischen Kompetenzen ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass Kinder und Jugendliche in unterschiedlichen sozialen, kulturellen und ökonomischen Verhältnissen aufwachsen. Damit verbunden unterscheiden sich auch die bildungsbezogenen Ressourcen und häuslichen Lerngelegenheiten, die ihnen zur Verfügung stehen. Diese Unterschiede in den Ausgangsvoraussetzungen können zu sozialen Ungleichheiten im weiteren Kompetenzerwerb und Bildungsverlauf führen, die als soziale Disparitäten bezeichnet werden (z.B. Baumert, Stanat & Watermann, 2006; Maaz, Baumert, Gresch & McElvany, 2010).

International ist in der Sekundarstufe I ein Zusammenhang zwischen der sozialen Herkunft von Schülerinnen und Schülern und den von ihnen erreichten Kompetenzen in allen an PISA¹ teilnehmenden OECD²-Staaten zu beobachten. In Deutschland wurden zunächst für alle in PISA erfassten Kompetenzen (Lesen, Mathematik, Naturwissenschaften) besonders starke Zusammenhänge mit der sozialen Herkunft der Schülerinnen und Schüler festgestellt (Baumert & Schümer, 2001; Ehmke & Baumert, 2008; Ehmke, Hohensee, Heidemeier & Prenzel, 2004). Diese sehr enge Kopplung hat sich für die Lesekompetenz und naturwissenschaftliche Kompetenz in Deutschland allerdings mittlerweile abgeschwächt und lag in PISA 2009 beziehungsweise PISA 2015 auf durchschnittlichem OECD-Niveau (Ehmke & Jude, 2010; Müller & Ehmke, 2016). Für die mathematische Kompetenz zeigte sich in PISA 2012 hingegen keine bedeutsame Veränderung der sozialen Disparitäten, sodass der Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und Kompetenz weiterhin stärker ausfiel als im Durchschnitt der OECD-Staaten (Müller & Ehmke, 2013).

Auch die Befunde nationaler Schulleistungsuntersuchungen wie etwa die IQB-Ländervergleichsstudien und IQB-Bildungstrends wiesen darauf hin, dass

1 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.

2 Das Akronym OECD steht für *Organisation for Economic Co-operation and Development*.

Schülerinnen und Schüler, deren Eltern über eine höhere berufliche Qualifikation verfügen, in den sprachlichen Fächern, im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern durchschnittlich deutlich höhere Kompetenzwerte erreichen als Schülerinnen und Schüler mit geringer qualifizierten Eltern (Knigge & Leucht, 2010; Kuhl et al., 2013; Kuhl et al., 2016). Die Ergebnisse des IQB-Bildungstrends 2015 zeigten für die sprachlichen Fächer, dass die Zusammenhänge zwischen sozialer Herkunft und erreichten Kompetenzen seit dem Jahr 2009 weitgehend stabil geblieben sind und sich nur wenig zwischen den Ländern in der Bundesrepublik Deutschland unterscheiden.

Dieses Kapitel führt die Analyse von Zusammenhängen zwischen der sozialen Herkunft von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern und den von ihnen erreichten Kompetenzen im Ländervergleich fort. Dazu wird zunächst beschrieben, wie die soziale Herkunft im IQB-Bildungstrend 2018 und im IQB-Ländervergleich 2012 erfasst wurde, und es werden die in den Analysen verwendeten Indikatoren sozialer Disparitäten dargestellt (Abschnitt 8.2). Nach Hinweisen zur Ergebnisdarstellung (Abschnitt 8.3) werden die Verteilungen des sozioökonomischen Status in den Ländern berichtet (Abschnitt 8.4). Dabei wird zum einen bestimmt, inwieweit sich die Schülerinnen und Schüler zwischen den Ländern in ihrem sozialen Hintergrund unterscheiden, und zum anderen wird untersucht, inwieweit sich der durchschnittliche sozioökonomische Status in den Ländern seit dem IQB-Ländervergleich im Jahr 2012 verändert hat. In den Abschnitten 8.5 und 8.6 werden die sozialen Disparitäten in den Ländern für das Fach Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik berichtet. Ihre Ausprägungen werden anhand von Zusammenhängen zwischen den Indikatoren der sozialen Herkunft und den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Ländern für das Jahr 2018 und im Trend bestimmt. Das Kapitel schließt in Abschnitt 8.7 mit einer Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse.

8.2 Indikatoren sozialer Disparitäten

Zur Beschreibung der sozialen Herkunft von Schülerinnen und Schülern werden in der empirischen Bildungsforschung in der Regel die berufliche Qualifikation und die berufliche Tätigkeit der Eltern herangezogen. Die Informationen zur Ausbildung und zum Beruf von Mutter und Vater wurden im IQB-Bildungstrend 2018 sowohl von den Schülerinnen und Schülern als auch von ihren Eltern erfragt. Für die Auswertung wurden die Angaben kombiniert, um die Anzahl fehlender Werte möglichst gering zu halten (vgl. Kapitel 3.1). Im IQB-Ländervergleich 2012 wurden ausschließlich die Schülerinnen und Schüler befragt. Die Kategorisierung der in den Befragungen gewonnenen Informationen erfolgte anhand der *International Standard Classification of Occupation* (ISCO; International Labour Office, 2012). Die ISCO-Klassifikation wiederum dient als Grundlage für die Bildung von Indikatoren für den sozioökonomischen Status, wie etwa den sozioökonomischen Index (ISEI, Ganzeboom, 2010; Ganzeboom, de Graaf & Treiman, 1992) oder die EGP³-Klassifikation (Erikson, Goldthorpe & Portocarero, 1979). Da diese beiden Indikatoren zentral für die Analysen in diesem Kapitel sind, werden sie im Folgenden kurz beschrieben.

3 Das Akronym EGP leitet sich aus den Nachnamen der Autoren Erikson, Goldthorpe und Portocarero ab.

8.2.1 Sozioökonomischer Index (HISEI) und sozialer Gradient

Der sozioökonomische Index ISEI (Ganzeboom, 2010; Ganzeboom et al., 1992) ist ein international vergleichbarer Index für den Status der beruflichen Tätigkeit Erwachsener unter Berücksichtigung des Einkommens und des Bildungsniveaus. Auf Grundlage des ISEI werden die Berufe anhand einer Skala in eine Rangreihe gebracht, die Werte zwischen 10 Punkten und 90 Punkten annehmen kann. Niedrige Werte charakterisieren Berufe, die mit einem niedrigen sozioökonomischen Status verbunden sind (z.B. Hilfsarbeitskräfte), während hohe Werte Berufe kennzeichnen, die einem hohen sozioökonomischen Status entsprechen (z.B. leitende Verwaltungsbedienstete und Führungskräfte). Um den sozioökonomischen Status einer Familie abzubilden, wird jeweils der höchste ISEI-Wert der Eltern (Mutter oder Vater) herangezogen, der entsprechend als *Highest ISEI* (HISEI) der Familie bezeichnet wird.

Zur Bestimmung der Ausprägung sozialer Disparitäten im Kompetenzerwerb anhand des HISEI wird in Schulleistungsstudien der sogenannte soziale Gradient geschätzt. Dieser beschreibt den Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Status der Familie und den erreichten Kompetenzausprägungen der Schülerinnen und Schüler als Steigungskoeffizient einer linearen Regression der Kompetenzwerte auf den HISEI. Dabei wird der HISEI so transformiert, dass er für die Gesamtstichprobe der Schülerinnen und Schüler in Deutschland einen Mittelwert (M) von 0 und eine Standardabweichung (SD) von 1 aufweist. So ist es möglich, direkt an der Steigung des sozialen Gradienten (b) abzulesen, wie viele Punkte auf der Berichtsmetrik Schülerinnen und Schüler durchschnittlich mehr erzielen würden, wenn der HISEI ihrer Familie um eine Standardabweichung höher wäre.⁴

8.2.2 EGP-Klassifikation

Als weiterer Indikator der sozialen Herkunft wird die EGP-Klassifikation herangezogen, die neben dem Beruf der Eltern (ISCO-Klassifikation) und der dafür erforderlichen Ausbildung weitere Merkmale der beruflichen Tätigkeit berücksichtigt. Auf dieser Grundlage können qualitative Unterschiede zwischen verschiedenen Berufsgruppen anschaulicher dargestellt werden. Die EGP-Klassifikation bestimmt den sozioökonomischen Status verschiedener sozialer Gruppen nach Art der Tätigkeit (manuell, nichtmanuell, landwirtschaftlich), der Stellung im Beruf (selbstständig, abhängig beschäftigt), der Weisungsbefugnis (keine, niedrige, hohe) sowie der erforderlichen Qualifikationen (keine, niedrige, hohe). Anhand dieser Merkmale lassen sich sieben Gruppen von der „oberen Dienstklasse“ (EGP-Klasse I) bis zu „un- und angelernten Arbeitern“ (EGP-Klasse VII) unterscheiden. In Anlehnung an das Vorgehen im Rahmen von PISA (z.B. Baumert & Schümer, 2001; Ehmke & Baumert, 2008) und den früheren IQB-Studien (z.B. Haag, Kocaj, Jansen & Kuhl, 2017; Kuhl et al., 2013) wird im IQB-Bildungstrend 2018 jedem Kind die EGP-Klasse zugeordnet, die dem höchsten EGP-Wert der Eltern (Mutter oder Vater) entspricht.

Zur effizienten und anschaulichen Darstellung werden jedoch nicht die Werte aller EGP-Klassen berichtet, sondern Extremgruppen gebildet, um so die erreichten Kompetenzen von Heranwachsenden vergleichen zu können, deren Eltern

4 Im Folgenden wird die Bezeichnung „sozialer Gradient“ synonym mit der Bezeichnung „Steigung des sozialen Gradienten“ verwendet.

hoch beziehungsweise niedrig qualifizierten Berufsgruppen zuzuordnen sind. Die erste Extremgruppe fasst Neuntklässlerinnen und Neuntklässler zu einer Gruppe zusammen, deren Eltern beispielsweise in freien akademischen Berufen beziehungsweise als führende Angestellte oder Beamte im höheren Dienst arbeiten und deren Tätigkeiten durch hohe Verantwortung, Entscheidungsbefugnis sowie Autonomie gekennzeichnet sind (EGP-Klassen I–II). Die zweite EGP-Extremgruppe (EGP-Klassen V–VII) umfasst Schülerinnen und Schüler, deren Eltern beispielsweise un- und angelernte Arbeiterinnen/Arbeiter, Vorarbeiterinnen/Vorarbeiter, Meisterinnen/Meister oder Technikerinnen/Techniker in manuellen Arbeitsprozessen sind oder Dienstleistungstätigkeiten mit weitgehend manuellem Charakter und geringem Anforderungsniveau ausüben.

8.3 Anmerkungen zur Ergebnisdarstellung

Die Schätzung sozialer Disparitäten ist allgemein mit einem gewissen Grad an Unsicherheit behaftet, der mit steigendem Anteil fehlender Werte größer wird. Zudem fehlen Angaben zur sozialen Herkunft in Schulleistungsstudien in der Regel nicht zufällig, sondern die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens ist mit den Leistungen der Schülerinnen und Schüler assoziiert. Daher muss für Länder mit einem hohen Anteil fehlender Werte (vgl. Kapitel 3.1) davon ausgegangen werden, dass die vorliegenden Daten verzerrte Schätzungen der sozialen Disparitäten liefern. Gemäß einem von der Amtschefskommission „Qualitätssicherung in Schulen“ in ihrer 74. Sitzung beschlossenen Vorgehen sind Ergebnisse zu sozialen und zuwanderungsbezogenen Disparitäten im IQB-Bildungstrend 2018 unter Vorbehalt zu berichten, wenn die zu ihrer Bestimmung erforderlichen Angaben für weniger als 80 Prozent, jedoch für mindestens 70 Prozent der Schülerinnen und Schüler eines Landes vorliegen. Liegen für weniger als 70 Prozent der Schülerinnen und Schüler Angaben vor, so werden für die betreffenden Länder keine Ergebnisse berichtet (vgl. Kapitel 3.1).

Da in Hamburg für das Jahr 2018 für über 30 Prozent der Schülerinnen und Schüler die Angaben zum sozialen Hintergrund ihrer Familien fehlen, können für dieses Land folglich keine sozialen Disparitäten berichtet werden. In Nordrhein-Westfalen, in Rheinland-Pfalz, im Saarland und in Schleswig-Holstein fehlen die Angaben für 20 bis 30 Prozent der Schülerinnen und Schüler. Die Ergebnisse dieser Länder stehen daher unter Vorbehalt und werden in den Tabellen entsprechend gekennzeichnet.

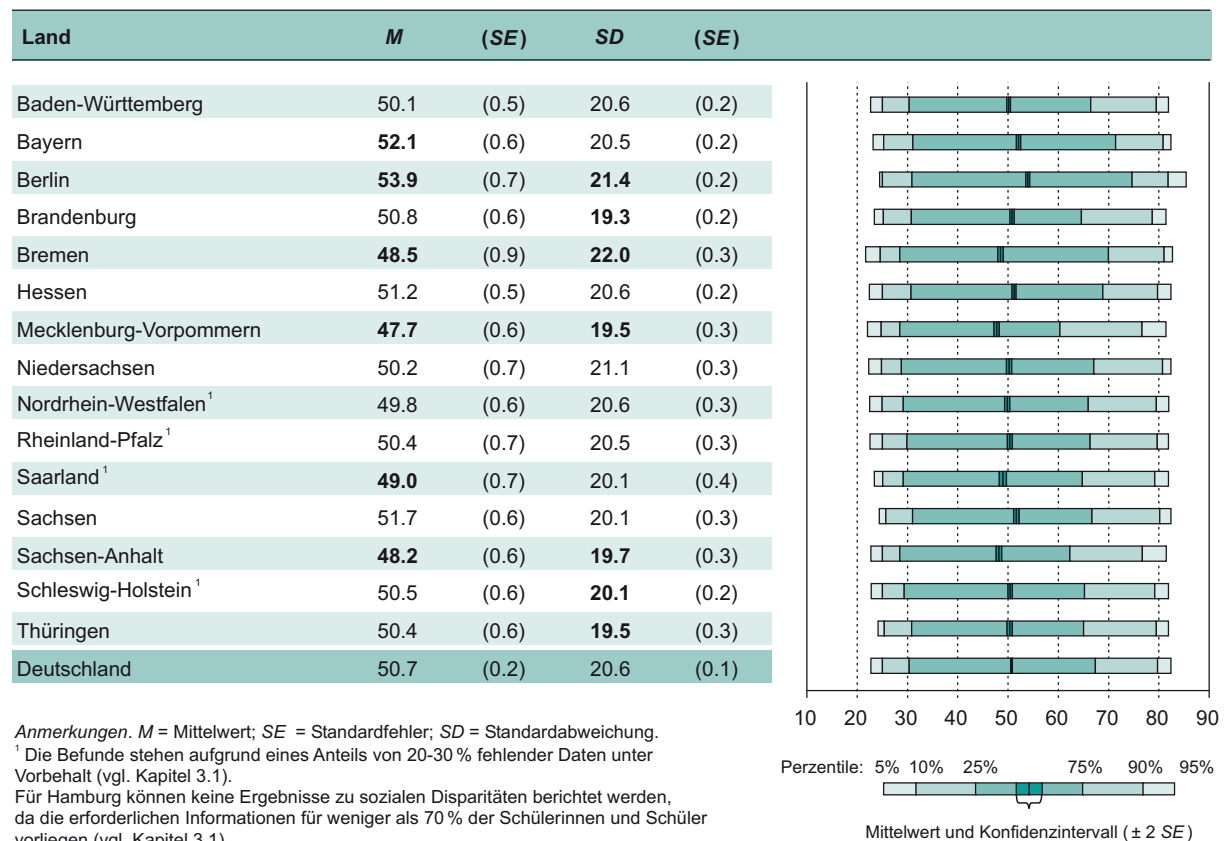
Für Trendanalysen sind zusätzlich die Anteile fehlender Werte im Jahr 2012 zu berücksichtigen. Hier lagen in Berlin, in Bremen und im Saarland für weniger als 70 Prozent der Schülerinnen und Schüler Angaben zum sozialen Hintergrund vor (vgl. Siegle, Schroeders & Roppelt, 2013). Daher können für diese Länder keine Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden. Für die Länder Baden-Württemberg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein stehen die Ergebnisse der Trendanalysen unter Vorbehalt, da im Jahr 2012 für weniger als 80 Prozent der Schülerinnen und Schüler Angaben zum sozialen Hintergrund ihrer Familien vorlagen.

Wie in großen Schulleistungsstudien üblich, wurden fehlende Werte im HISEI und in den EGP-Klassen durch multiple Imputationen ersetzt (vgl. z. B. Müller & Ehmke, 2013; Kuhl et al., 2016; siehe auch Kapitel 13).

8.4 Verteilung des sozioökonomischen Status der Schülerinnen und Schüler

Abbildung 8.1 zeigt die Verteilung des sozioökonomischen Hintergrunds der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Jahr 2018 in Deutschland insgesamt sowie in den einzelnen Ländern. Im linken Teil der Abbildung sind der Mittelwert (M) und die Standardabweichung (SD) des HISEI sowie die Standardfehler (SE) angegeben. Im rechten Teil werden die Verteilungen des HISEI anhand von Perzentilbändern dargestellt (vgl. Kapitel 3.2).

Abbildung 8.1: Verteilung des sozioökonomischen Status (HISEI) der Familien von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in den Ländern



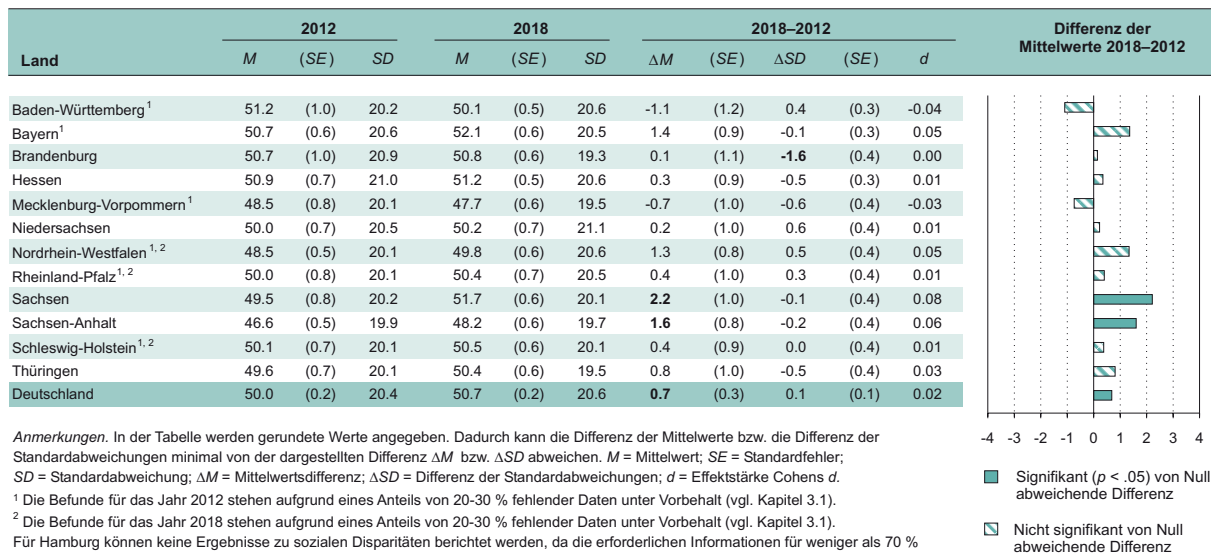
Anmerkungen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung.

¹ Die Befunde stehen aufgrund eines Anteils von 20-30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Fett gedruckte Werte unterscheiden sich signifikant ($p < .05$) vom jeweiligen Wert für Deutschland.

Der mittlere HISEI beträgt im Jahr 2018 in Deutschland 50.7 Punkte. Die Ländermittelwerte bewegen sich zwischen 53.9 Punkten in Berlin und 47.7 Punkten in Mecklenburg-Vorpommern. Der HISEI liegt in Bayern und Berlin signifikant über, in Bremen, in Mecklenburg-Vorpommern, im Saarland und in Sachsen-Anhalt hingegen signifikant unter dem Bundesdurchschnitt. Die Standardabweichung des HISEI beträgt in Deutschland insgesamt 20.6 Punkte. Die Streuungen des HISEI sind in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen signifikant geringer ausgeprägt als bundesweit. Familien in diesen Ländern unterscheiden sich also signifikant weniger stark im sozioökonomischen Status als Familien in Deutschland insgesamt. In Berlin und Bremen fällt die Streuung des HISEI hingegen überdurchschnittlich groß aus. In diesen beiden Stadtstaaten unterscheiden sich die

Abbildung 8.2: Veränderungen des sozioökonomischen Status (HISEI) in den Ländern zwischen den Jahren 2012 und 2018

Familien also stärker im sozioökonomischen Status als Familien in Deutschland insgesamt.

Abbildung 8.2 zeigt die Veränderungen des mittleren HISEI sowie dessen Streuung zwischen den Jahren 2012 und 2018. Die mittleren HISEI-Werte sind im betrachteten Zeitraum in Deutschland insgesamt leicht gestiegen, mit weniger als einem Punkt ist der Zuwachs jedoch nicht substanziell. Auf Länderebene zeigt sich ein signifikanter Anstieg in Sachsen und Sachsen-Anhalt, der 2.2 beziehungsweise 1.6 Punkte beträgt. Die Streuung des HISEI hat sich in Deutschland insgesamt, wie auch in den meisten Ländern, nicht substanziell verändert. Eine signifikante Veränderung ist lediglich in Brandenburg zu beobachten. Dort nahm die Heterogenität zwischen den Jahren 2012 und 2018 signifikant ab. Diese allgemein geringen Veränderungen des Mittelwerts und der Streuung des HISEI weisen darauf hin, dass der sozioökonomische Status der Familien von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in Deutschland insgesamt sowie in den Ländern weitgehend stabil geblieben ist.

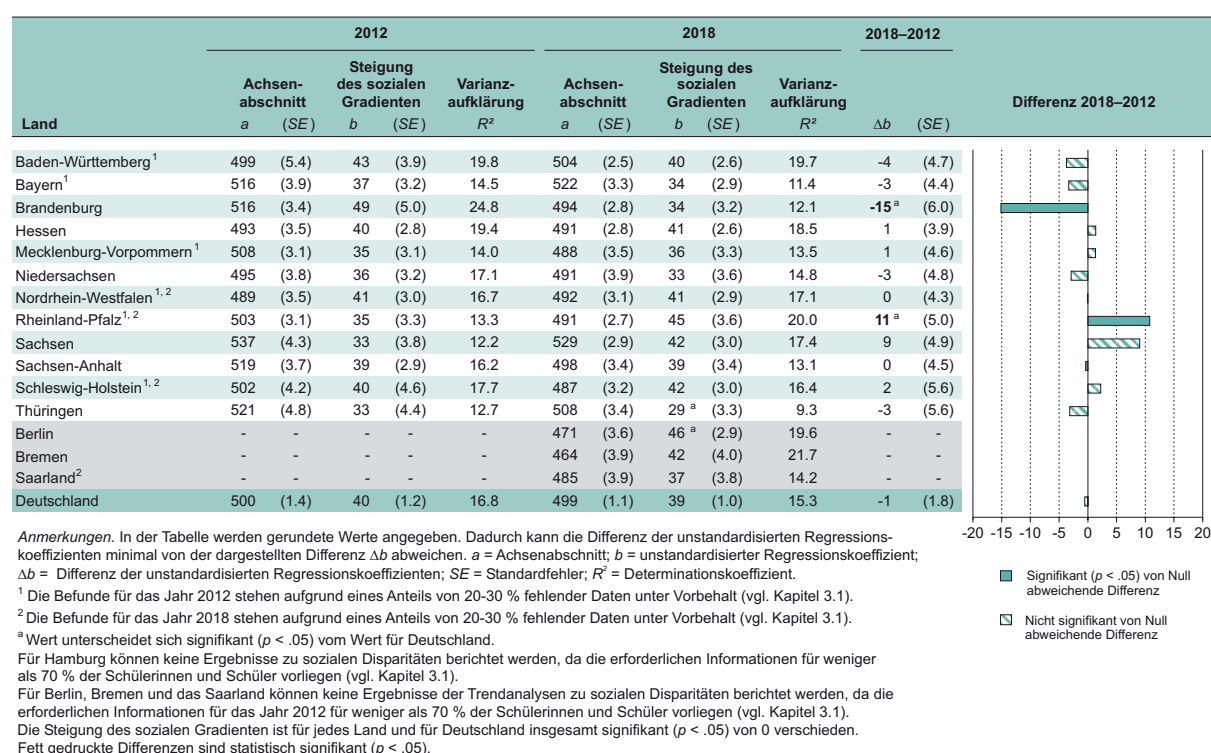
8.5 Soziale Gradienten

Die Abbildungen 8.3 bis 8.9 zeigen die sozialen Gradienten für die Globalskala im Fach Mathematik sowie für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Biologie, Chemie und Physik für die Jahre 2012 und 2018. Die in den Abbildungen dargestellten Ergebnisse umfassen den Achsenabschnitt (a), die Steigung des sozialen Gradienten (b) und den Anteil der durch den sozialen Gradienten aufgeklärten Varianz in den Kompetenzwerten (R^2). Der Achsenabschnitt kennzeichnet den Kompetenzwert, den Schülerinnen und Schüler im Mittel erreicht haben, deren HISEI dem durchschnittlichen HISEI in Deutschland entspricht. Die Steigung des sozialen Gradienten gibt an, um wie viele Punkte die mittlere Leistung von Schülerinnen und Schülern ausein-

anderliegt, deren HISEI sich um eine Standardabweichung unterscheidet. Hohe Steigungskoeffizienten weisen dabei auf einen engen Zusammenhang zwischen der sozialen Herkunft und den Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern hin. Die Unterschiede zwischen den für die Länder und dem für Deutschland insgesamt festgestellten sozialen Gradienten werden zudem auf Signifikanz geprüft. Die Varianzaufklärung schließlich ist ein Maß für den Anteil der Kompetenzunterschiede, der durch die Unterschiede im sozioökonomischen Status der Familien erklärt werden kann.

Neben den für das Jahr 2018 festgestellten Werten stellen die Abbildungen 8.3 bis 8.9 auch die entsprechenden Werte für das Jahr 2012 dar. Darüber hinaus werden die Veränderungen der sozialen Gradienten zwischen den Jahren 2012 und 2018 berichtet (Δb) und auf statistische Signifikanz geprüft.

Abbildung 8.3: Soziale Gradienten im Fach Mathematik (*Globalskala*) in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich



Für die Globalskala im Fach Mathematik liegt der soziale Gradient im Jahr 2018 in Deutschland insgesamt bei 39 Punkten (Abb. 8.3), wobei durch den HISEI 15 Prozent der Varianz in den erreichten Kompetenzen aufgeklärt wird. Auch in allen berichteten Ländern bestehen statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen dem sozialen Status der Familie und den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik. Die im Fach Mathematik erreichten Kompetenzen unterscheiden sich also systematisch in Abhängigkeit vom sozioökonomischen Status der Familie, wobei Schülerinnen und Schüler aus Familien mit einem höheren sozioökonomischen Status höhere Kompetenzwerte erreichen. Die sozialen Gradienten der Länder variieren zwischen 29 Punkten in Thüringen und 46 Punkten in Berlin. Die Werte dieser beiden Länder weichen zudem signifikant vom Wert für Deutschland insgesamt ab.

Der soziale Gradient im Fach Mathematik (*Globalskala*) hat sich in Deutschland insgesamt zwischen den Jahren 2012 und 2018 nicht verändert. Auf der Ebene der Länder ist der soziale Gradient ebenfalls weitgehend stabil, in zwei Ländern sind jedoch signifikante, aber gegenläufige Entwicklungen zu beobachten. Während sich der Zusammenhang zwischen dem sozialen Status und den erreichten Kompetenzen im Fach Mathematik zwischen den Jahren 2012 und 2018 in Brandenburg um 15 Punkte verringert hat, hat er sich in Rheinland-Pfalz um 11 Punkte verstärkt.

Abbildung 8.4: Soziale Gradienten im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Biologie in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Land	2012			2018			2018–2012		Differenz 2018–2012
	Achsenabschnitt <i>a</i> (SE)	Steigung des sozialen Gradienten <i>b</i> (SE)	Varianzaufklärung <i>R</i> ²	Achsenabschnitt <i>a</i> (SE)	Steigung des sozialen Gradienten <i>b</i> (SE)	Varianzaufklärung <i>R</i> ²	Δb	(SE)	
Baden-Württemberg ¹	498 (5.8)	35 (4.2)	12.8	497 (2.8)	36 (3.1)	15.3	1	(5.3)	
Bayern ¹	504 (3.9)	36 (3.0)	12.6	512 (3.6)	35 (3.2)	14.3	-1	(4.6)	
Brandenburg	532 (3.6)	32 (3.7)	12.2	499 (3.6)	25 ^a (3.4)	5.7	-7	(5.2)	
Hessen	488 (3.4)	36 (3.0)	16.2	478 (3.5)	39 (3.5)	16.0	3	(4.8)	
Mecklenburg-Vorpommern ¹	524 (3.7)	33 (3.8)	13.1	503 (3.0)	29 (2.7)	9.8	-4	(4.9)	
Niedersachsen	504 (3.7)	38 (3.6)	16.5	498 (4.7)	30 (4.4)	10.7	-8	(5.8)	
Nordrhein-Westfalen ^{1,2}	484 (3.6)	34 (3.3)	12.7	491 (3.9)	34 (3.1)	12.3	-1	(4.7)	
Rheinland-Pfalz ^{1,2}	513 (3.4)	30 (3.3)	10.8	497 (3.2)	36 (4.1)	13.1	7	(5.4)	
Sachsen	542 (4.5)	28 (3.8)	9.2	529 (2.1)	36 (2.7)	15.1	8	(4.8)	
Sachsen-Anhalt	536 (3.5)	37 (3.6)	14.0	511 (3.3)	33 (3.8)	9.7	-4	(5.4)	
Schleswig-Holstein ^{1,2}	505 (3.7)	34 (3.8)	13.0	486 (2.9)	31 (2.9)	10.1	-3	(4.9)	
Thüringen	537 (4.1)	28 (3.3)	8.7	518 (3.1)	37 (3.2)	14.3	9	(4.7)	
Berlin	-	-	-	478 (2.9)	39 (2.6)	16.8	-	-	
Bremen	-	-	-	478 (4.2)	37 (5.1)	15.8	-	-	
Saarland ²	-	-	-	488 (3.0)	30 (3.9)	9.6	-	-	
Deutschland	500 (1.5)	35 (1.2)	13.0	497 (1.2)	34 (1.2)	12.6	-1	(2.1)	

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der unstandardisierten Regressionskoeffizienten minimal von der dargestellten Differenz Δb abweichen. *a* = Achsenabschnitt; *b* = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Δb = Differenz der unstandardisierten Regressionskoeffizienten; SE = Standardfehler; *R*² = Determinationskoeffizient.

¹ Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

² Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

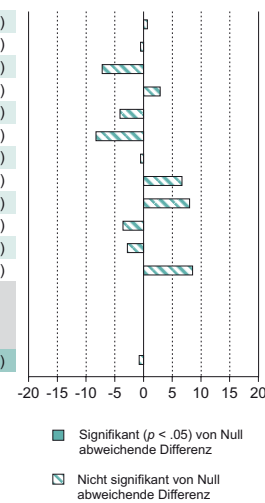
^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Die Steigung des sozialen Gradienten ist für jedes Land und für Deutschland insgesamt signifikant ($p < .05$) von 0 verschieden.

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).



Im Jahr 2018 bestehen in allen berichteten Ländern und in Deutschland insgesamt statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen den von den Schülerinnen und Schülern erreichten Kompetenzen im Fach Biologie und dem HISEI ihrer Familien (Abb. 8.4 und 8.5). Für Deutschland insgesamt beträgt der soziale Gradient im Bereich *Fachwissen* 34 Punkte und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* 35 Punkte. In beiden Bereichen erklärt der HISEI etwa 12 Prozent der Varianz in den Kompetenzwerten der Schülerinnen und Schüler. Die sozialen Gradienten variieren im Bereich *Fachwissen* zwischen 25 Punkten in Brandenburg und 39 Punkten in Berlin und Hessen, im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zwischen 27 Punkten in Brandenburg und im Saarland und 47 Punkten in Bremen. Dieser Wert fällt für beide Kompetenzbereiche in Brandenburg signifikant geringer, für den Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Berlin hingegen signifikant höher aus als der für Deutschland insgesamt festgestellte Wert.

Zwischen den Jahren 2012 und 2018 sind die sozialen Gradienten im Fach Biologie sowohl in Deutschland insgesamt als auch in den einzelnen Ländern stabil geblieben. Es konnten keine statistisch signifikanten Veränderungen der sozialen Disparitäten festgestellt werden.

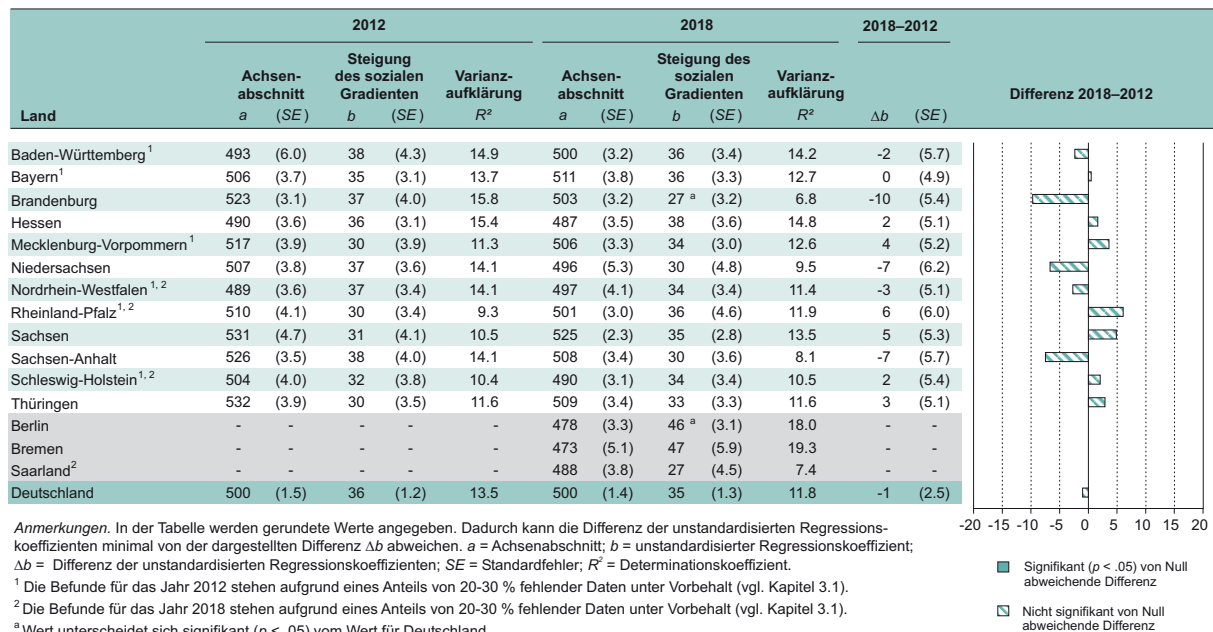
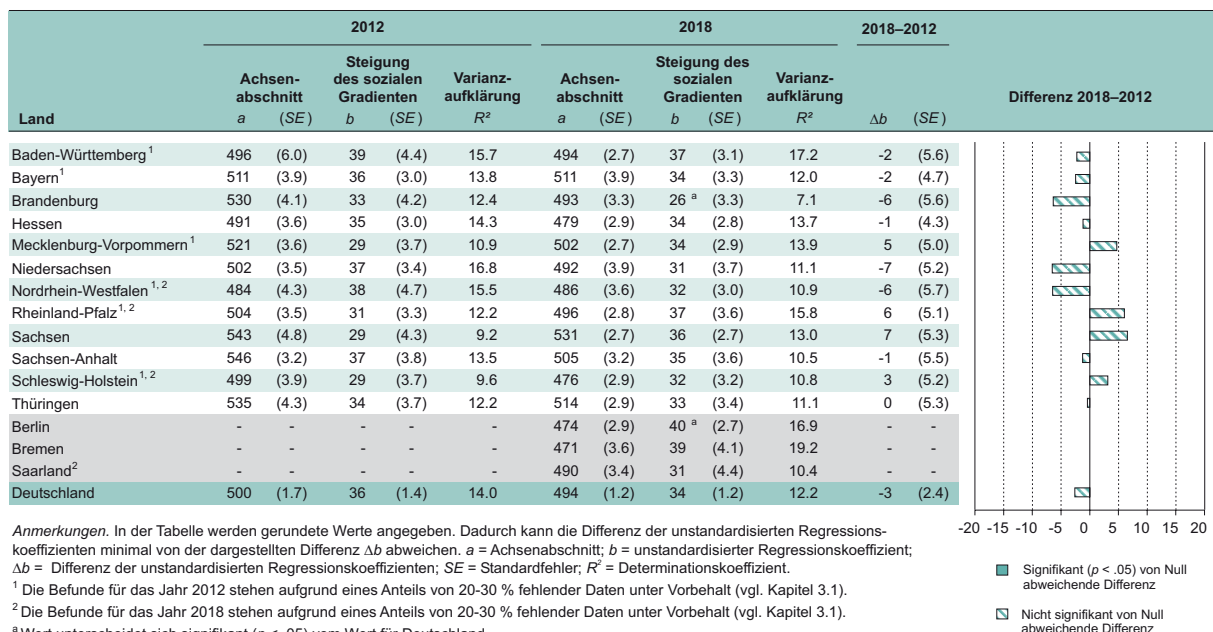
Abbildung 8.5: Soziale Gradienten im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Abbildung 8.6: Soziale Gradienten im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Chemie in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich


Abbildung 8.7: Soziale Gradienten im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Land	2012			2018			2018–2012		Differenz 2018–2012
	Achsenabschnitt <i>a</i> (SE)	Steigung des sozialen Gradienten <i>b</i> (SE)	Varianz-aufklärung <i>R</i> ²	Achsenabschnitt <i>a</i> (SE)	Steigung des sozialen Gradienten <i>b</i> (SE)	Varianz-aufklärung <i>R</i> ²	Δb	(SE)	
Baden-Württemberg ¹	497 (5.3)	38 (3.9)	15.1	500 (2.8)	37 (3.1)	17.8	-1	(5.2)	
Bayern ¹	507 (3.7)	39 (3.0)	15.8	509 (3.3)	34 (2.9)	13.0	-5	(4.4)	
Brandenburg	532 (3.6)	34 (4.7)	12.7	497 (3.0)	26 ^a (3.0)	8.3	-8	(5.8)	
Hessen	490 (3.6)	37 (3.0)	16.0	481 (2.9)	34 (2.8)	13.6	-3	(4.4)	
Mecklenburg-Vorpommern ¹	514 (3.3)	31 (3.4)	11.7	498 (3.0)	32 (2.9)	12.8	1	(4.7)	
Niedersachsen	503 (4.0)	38 (3.4)	16.0	492 (3.9)	27 (3.7)	9.1	-12	(5.3)	
Nordrhein-Westfalen ^{1,2}	486 (3.7)	35 (3.6)	11.5	490 (3.4)	34 (3.2)	12.7	-1	(5.1)	
Rheinland-Pfalz ^{1,2}	508 (3.8)	30 (3.2)	11.2	498 (2.9)	33 (3.8)	12.2	3	(5.2)	
Sachsen	537 (4.5)	29 (3.7)	9.7	524 (2.2)	37 (2.6)	15.9	8 ^a	(4.8)	
Sachsen-Anhalt	531 (3.9)	30 (4.3)	8.5	510 (3.0)	32 (3.4)	9.6	2	(5.8)	
Schleswig-Holstein ^{1,2}	501 (3.6)	31 (3.7)	11.4	485 (3.0)	33 (3.2)	12.4	3	(5.1)	
Thüringen	533 (3.5)	30 (3.0)	12.2	513 (3.1)	28 (3.4)	8.4	-3	(4.8)	
Berlin	-	-	-	476 (3.1)	42 ^a (2.7)	19.0	-	-	
Bremen	-	-	-	479 (3.8)	38 (4.3)	19.1	-	-	
Saarland ²	-	-	-	488 (3.6)	29 (4.2)	10.0	-	-	
Deutschland	500 (1.5)	36 (1.2)	13.9	496 (1.2)	33 (1.1)	12.8	-3	(2.3)	

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der unstandardisierten Regressionskoeffizienten minimal von der dargestellten Differenz Δb abweichen. *a* = Achsenabschnitt; *b* = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Δb = Differenz der unstandardisierten Regressionskoeffizienten; SE = Standardfehler; *R*² = Determinationskoeffizient.

¹ Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

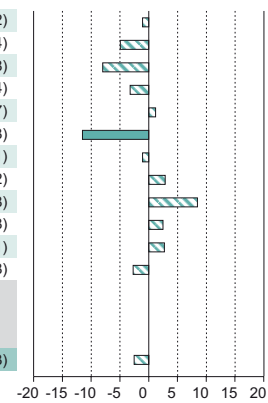
² Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Die Steigung des sozialen Gradienten ist für jedes Land und für Deutschland insgesamt signifikant ($p < .05$) von 0 verschieden. Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).



Auch im Fach Chemie sind die sozialen Gradienten in allen berichteten Ländern und in Deutschland statistisch signifikant (Abb. 8.6 und 8.7); die erreichten Kompetenzen hängen also in diesem Fach ebenfalls substanziell mit dem sozioökonomischen Status der Familie zusammen. Der für das Jahr 2018 in Deutschland insgesamt festgestellte soziale Gradient beträgt 34 Punkte im Bereich *Fachwissen* und 33 Punkte im Bereich *Erkenntnisgewinnung* und ist damit in etwa mit den für das Fach Biologie festgestellten sozialen Gradienten vergleichbar. Auch im Fach Chemie werden deutschlandweit etwa 12 Prozent der Varianz in den erreichten Kompetenzen durch den HISEI erklärt. Die sozialen Gradienten der Länder liegen zwischen 26 Punkten in Brandenburg und 40 beziehungsweise 42 Punkten in Berlin. Die Werte beider Länder unterscheiden sich in beiden Kompetenzbereichen signifikant vom Wert für Deutschland insgesamt: Während in Brandenburg im Vergleich mit dem bundesdeutschen Gradienten auch im Fach Chemie besonders geringe Zusammenhänge zwischen den Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern und ihrem sozioökonomischen Hintergrund bestehen, ist in Berlin eine besonders enge Kopplung zwischen den in beiden Bereichen erzielten Kompetenzwerten und dem sozialen Status zu erkennen.

Die sozialen Gradienten im Fach Chemie sind zwischen den Jahren 2012 und 2018 ebenfalls weitgehend stabil geblieben. Im Bereich *Fachwissen* zeigten sich auch für die einzelnen Länder keine signifikanten Veränderungen. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* verringerten sich die sozialen Disparitäten in Niedersachsen signifikant um 12 Punkte.

Abbildung 8.8: Soziale Gradienten im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Physik in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Land	2012			2018			2018–2012		Differenz 2018–2012
	Achsenabschnitt <i>a</i> (SE)	Steigung des sozialen Gradienten <i>b</i> (SE)	Varianz-aufklärung <i>R</i> ²	Achsenabschnitt <i>a</i> (SE)	Steigung des sozialen Gradienten <i>b</i> (SE)	Varianz-aufklärung <i>R</i> ²	Δb	(SE)	
Baden-Württemberg ¹	500 (5.9)	35 (3.9)	13.7	498 (2.9)	35 (3.1)	16.7	0	(5.2)	
Bayern ¹	514 (3.8)	37 (3.0)	14.2	518 (3.8)	34 (3.2)	11.8	-3	(4.7)	
Brandenburg	529 (3.4)	39 (4.0)	17.3	502 (3.1)	30 (3.1)	9.2	-9	(5.3)	
Hessen	495 (3.3)	34 (2.8)	15.2	480 (2.9)	37 (2.9)	15.3	3	(4.4)	
Mecklenburg-Vorpommern ¹	519 (3.5)	31 (3.2)	12.2	504 (3.2)	32 (3.0)	10.7	1	(4.7)	
Niedersachsen	501 (3.6)	36 (3.3)	15.4	500 (3.9)	28 (3.7)	10.2	-8	(5.2)	
Nordrhein-Westfalen ^{1,2}	479 (4.1)	40 (4.5)	17.1	483 (3.7)	31 (3.0)	10.5	-9	(5.7)	
Rheinland-Pfalz ^{1,2}	505 (3.5)	28 ^a (2.9)	10.9	497 (2.8)	34 (3.4)	14.4	7	(4.7)	
Sachsen	544 (4.1)	30 (4.0)	10.6	534 (2.6)	36 (2.9)	14.6	6	(5.1)	
Sachsen-Anhalt	541 (3.6)	36 (3.9)	12.8	512 (3.2)	39 (3.8)	12.6	3	(5.6)	
Schleswig-Holstein ^{1,2}	504 (3.2)	32 (3.6)	12.9	489 (2.8)	32 (2.8)	11.6	0	(4.8)	
Thüringen	540 (3.9)	29 (3.6)	10.7	518 (2.7)	28 (3.5)	9.2	-1	(5.3)	
Berlin	-	-	-	476 (3.0)	44 ^a (2.8)	18.2	-	-	
Bremen	-	-	-	478 (4.3)	36 (4.4)	14.0	-	-	
Saarland ²	-	-	-	491 (3.7)	30 (4.0)	9.8	-	-	
Deutschland	500 (1.6)	36 (1.4)	14.6	497 (1.2)	34 (1.3)	12.0	-3	(2.5)	

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der unstandardisierten Regressionskoeffizienten minimal von der dargestellten Differenz Δb abweichen. *a* = Achsenabschnitt; *b* = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Δb = Differenz der unstandardisierten Regressionskoeffizienten; SE = Standardfehler; *R*² = Determinationskoeffizient.

¹ Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

² Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Die Steigung des sozialen Gradienten ist für jedes Land und für Deutschland insgesamt signifikant ($p < .05$) von 0 verschieden.

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).

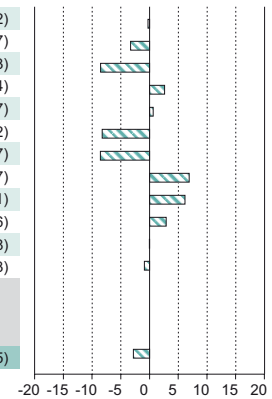


Abbildung 8.9: Soziale Gradienten im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Land	2012			2018			2018–2012		Differenz 2018–2012
	Achsenabschnitt <i>a</i> (SE)	Steigung des sozialen Gradienten <i>b</i> (SE)	Varianz-aufklärung <i>R</i> ²	Achsenabschnitt <i>a</i> (SE)	Steigung des sozialen Gradienten <i>b</i> (SE)	Varianz-aufklärung <i>R</i> ²	Δb	(SE)	
Baden-Württemberg ¹	496 (5.6)	40 (4.1)	15.3	502 (2.8)	37 (3.1)	16.8	-2	(5.5)	
Bayern ¹	505 (3.5)	38 (2.8)	14.6	516 (3.4)	33 (3.1)	11.9	-4	(4.6)	
Brandenburg	526 (3.9)	38 (5.0)	15.2	504 (2.8)	31 (2.9)	10.9	-7	(6.1)	
Hessen	491 (3.4)	33 (3.0)	14.1	487 (2.5)	34 (2.8)	14.2	1	(4.5)	
Mecklenburg-Vorpommern ¹	508 (3.6)	33 (3.6)	12.5	506 (3.4)	33 (3.1)	11.4	0	(5.2)	
Niedersachsen	506 (4.3)	41 (3.7)	18.1	500 (3.8)	28 (3.5)	10.0	-13	(5.4)	
Nordrhein-Westfalen ^{1,2}	488 (3.4)	38 (3.5)	15.0	492 (3.9)	31 (3.4)	10.7	-6	(5.3)	
Rheinland-Pfalz ^{1,2}	508 (4.0)	30 (3.5)	10.3	500 (2.8)	33 (3.5)	13.3	3	(5.3)	
Sachsen	539 (4.3)	29 (4.2)	8.8	534 (2.3)	36 (2.8)	13.8	7	(5.5)	
Sachsen-Anhalt	530 (3.2)	29 ^a (3.9)	8.6	514 (3.3)	32 (3.5)	10.5	4	(5.6)	
Schleswig-Holstein ^{1,2}	503 (3.9)	35 (3.9)	13.5	488 (2.9)	34 (3.0)	12.5	-1	(5.2)	
Thüringen	533 (4.0)	32 (3.4)	13.2	518 (3.4)	32 (3.6)	10.6	0	(5.3)	
Berlin	-	-	-	474 (2.9)	43 ^a (2.5)	19.3	-	-	
Bremen	-	-	-	479 (4.4)	39 (4.5)	20.3	-	-	
Saarland ²	-	-	-	488 (4.1)	29 (4.5)	9.0	-	-	
Deutschland	500 (1.5)	37 (1.2)	14.6	500 (1.2)	33 (1.3)	12.2	-3	(2.6)	

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der unstandardisierten Regressionskoeffizienten minimal von der dargestellten Differenz Δb abweichen. *a* = Achsenabschnitt; *b* = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Δb = Differenz der unstandardisierten Regressionskoeffizienten; SE = Standardfehler; *R*² = Determinationskoeffizient.

¹ Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

² Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

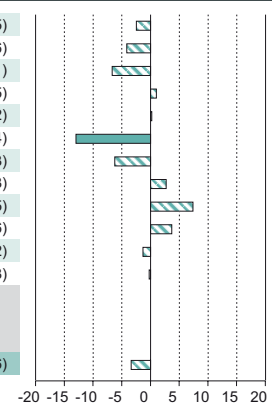
^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Die Steigung des sozialen Gradienten ist für jedes Land und für Deutschland insgesamt signifikant ($p < .05$) von 0 verschieden.

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).



Die für das Fach Physik festgestellten sozialen Gradienten sind ebenfalls in Deutschland insgesamt und in allen berichteten Ländern statistisch signifikant (Abb. 8.8 und 8.9). Der soziale Gradient fällt in Deutschland insgesamt mit 34 (*Fachwissen*) beziehungsweise 33 (*Erkenntnisgewinnung*) Punkten im Fach Physik ähnlich hoch aus wie in den anderen beiden naturwissenschaftlichen Fächer. Deutschlandweit werden wiederum etwa 12 Prozent der Varianz der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler durch den HISEI erklärt. Die sozialen Gradienten variieren im Bereich *Fachwissen* zwischen 28 Punkten in Niedersachsen und in Thüringen und 44 Punkten in Berlin, im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zwischen 28 Punkten in Niedersachsen und 43 Punkten in Berlin. Im Vergleich zum für Deutschland insgesamt festgestellten Wert fallen die sozialen Disparitäten in Berlin signifikant höher aus. Zwischen den Jahren 2012 und 2018 blieben die Zusammenhänge zwischen dem sozialen Hintergrund der Schülerinnen und Schüler und den im Fach Physik erreichten Kompetenzen ebenso wie in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern weitgehend stabil. Lediglich im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ist in Niedersachsen eine signifikante Verringerung des Zusammenhangs um 13 Punkte zu verzeichnen.

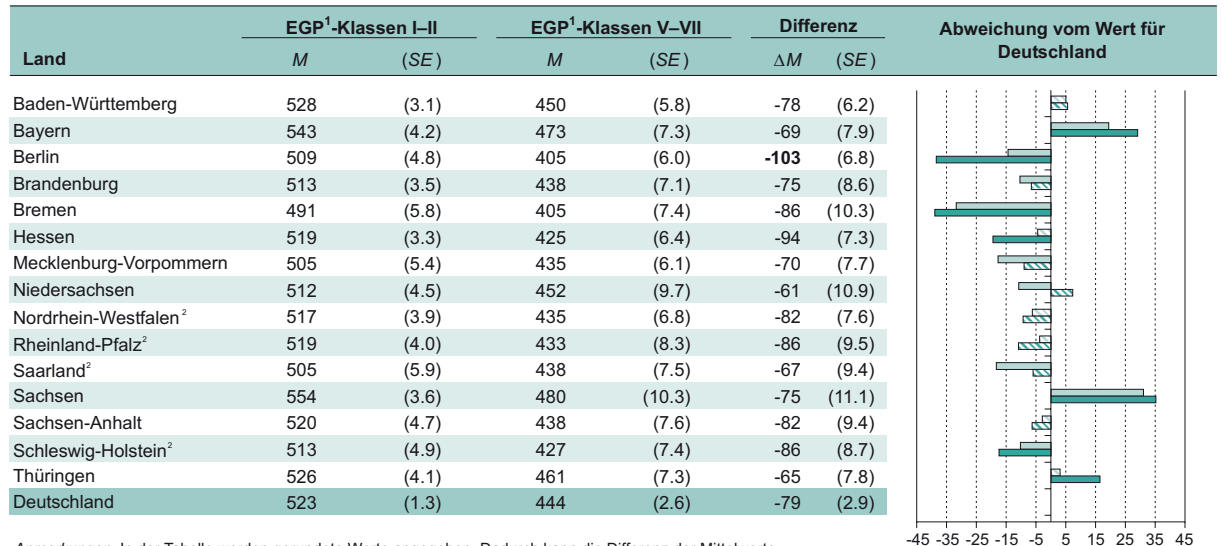
8.6 Kompetenzniveau nach EGP-Extremgruppen

Zusätzlich zu den sozialen Gradienten wird die EGP-Klassifikation als Grundlage für die Beschreibung sozialer Disparitäten herangezogen, wobei aus den sieben EGP-Klassen zwei Extremgruppen gebildet und miteinander verglichen werden. Wie bereits in Abschnitt 8.2.2 erläutert, umfasst die erste Extremgruppe Schülerinnen und Schüler aus Familien mit einem hohen sozioökonomischen Status (EGP-Klassen I–II) und die zweite Extremgruppe Schülerinnen und Schüler aus Familien mit einem niedrigen sozioökonomischen Status (EGP-Klassen V–VII). Die Abbildungen 8.10 bis 8.16 zeigen die von Schülerinnen und Schülern dieser Gruppen im Jahr 2018 jeweils erreichten mittleren Kompetenzen sowie die Differenz zwischen den Gruppen für die Globalskala im Fach Mathematik und für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Biologie, Chemie und Physik.

Um ein genaueres Bild darüber zu erhalten, inwieweit es in den verschiedenen Ländern gelingt, günstige Bedingungen für den Kompetenzerwerb sowohl für Jugendliche aus sozial schwachen als auch für Jugendliche aus sozial besser gestellten Familien zu schaffen, werden im rechten Teil der Abbildung die Ländermittelwerte der beiden EGP-Extremgruppen mit dem deutschen Gesamtmittelwert der jeweiligen EGP-Extremgruppe verglichen. Nach rechts weisende ausgefüllte Balken zeigen an, dass in diesem Land Schülerinnen und Schüler der entsprechenden EGP-Extremgruppe im Vergleich zum Gesamtwert dieser EGP-Extremgruppe in Deutschland im Mittel signifikant höhere Kompetenzwerte erzielen. Nach links weisende ausgefüllte Balken kennzeichnen hingegen, dass die Kompetenzwerte dieser EGP-Extremgruppe im jeweiligen Land signifikant geringer ausfallen als in Deutschland insgesamt. Schraffierte Balken weisen auf nicht signifikant vom Mittelwert für Deutschland abweichende Kompetenzwerte hin.

8.6.1 Kompetenzniveau nach EGP-Extremgruppen im IQB-Bildungstrend 2018

Abbildung 8.10: Vergleich der durchschnittlichen Kompetenzwerte der EGP-Extremgruppen im Fach Mathematik (*Globalskala*) für das Jahr 2018



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. *M* = Mittelwert; *SE* = Standardfehler; ΔM = Mittelwertsdifferenz.

¹ Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.

² Die Befunde stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Der Differenzwert zwischen den EGP-Extremgruppen (ΔM) ist für jedes Land und für Deutschland insgesamt signifikant ($p < .05$) von 0 verschieden. Fett gedruckte Differenzen unterscheiden sich signifikant ($p < .05$) von der Mittelwertsdifferenz in Deutschland insgesamt.

Für die Globalskala mathematischer Kompetenz beträgt die Differenz zwischen den EGP-Extremgruppen in Deutschland insgesamt 79 Punkte zugunsten von Jugendlichen aus Familien mit einem hohen sozioökonomischen Status (Abb. 8.10). Dies entspricht dem am Ende der Sekundarstufe I zu erwartenden Lernzuwachs von etwa eineinhalb Schuljahren (50 Punkte in einem Schuljahr, vgl. auch Kapitel 6.1). In Berlin ist diese Differenz signifikant größer als im bundesdeutschen Durchschnitt.

Betrachtet man die im Mittel erreichten mathematischen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der EGP-Extremgruppen im Ländervergleich, so lässt sich feststellen, dass die Mittelwerte beider Gruppen häufig in dieselbe Richtung vom bundesdeutschen Durchschnitt der jeweiligen Gruppe abweichen. So gelingt es in Bayern und Sachsen, in beiden EGP-Extremgruppen besonders hohe Kompetenzwerte zu erzielen, wohingegen in Berlin, Bremen und Schleswig-Holstein beide EGP-Gruppen unterdurchschnittliche Kompetenzwerte erreichen. Abweichungen für nur eine der beiden EGP-Extremgruppen zeigen sich ebenfalls in einigen Ländern. Signifikant geringere Kompetenzwerte als in Deutschland insgesamt werden von Schülerinnen und Schülern aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und im Saarland erreicht. In Thüringen erreichen Schülerinnen und Schüler aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status signifikant höhere Kompetenzwerte als Schülerinnen und Schüler dieser Gruppe bundesweit. Schülerinnen und Schüler aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status erreichen hingegen in Hessen geringere Kompetenzwerte.

Abbildung 8.11: Vergleich der durchschnittlichen Kompetenzwerte der EGP-Extremgruppen im Kompetenzbereich *Fachwissen im Fach Biologie* für das Jahr 2018

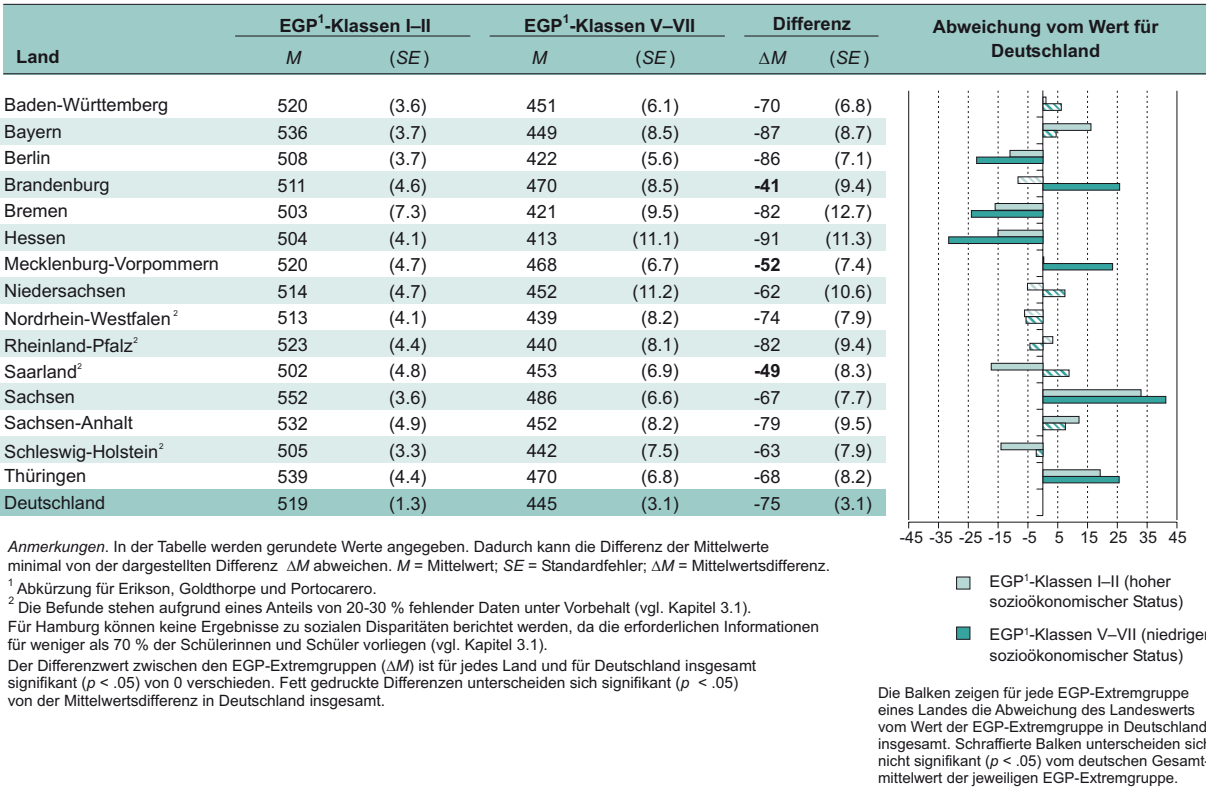
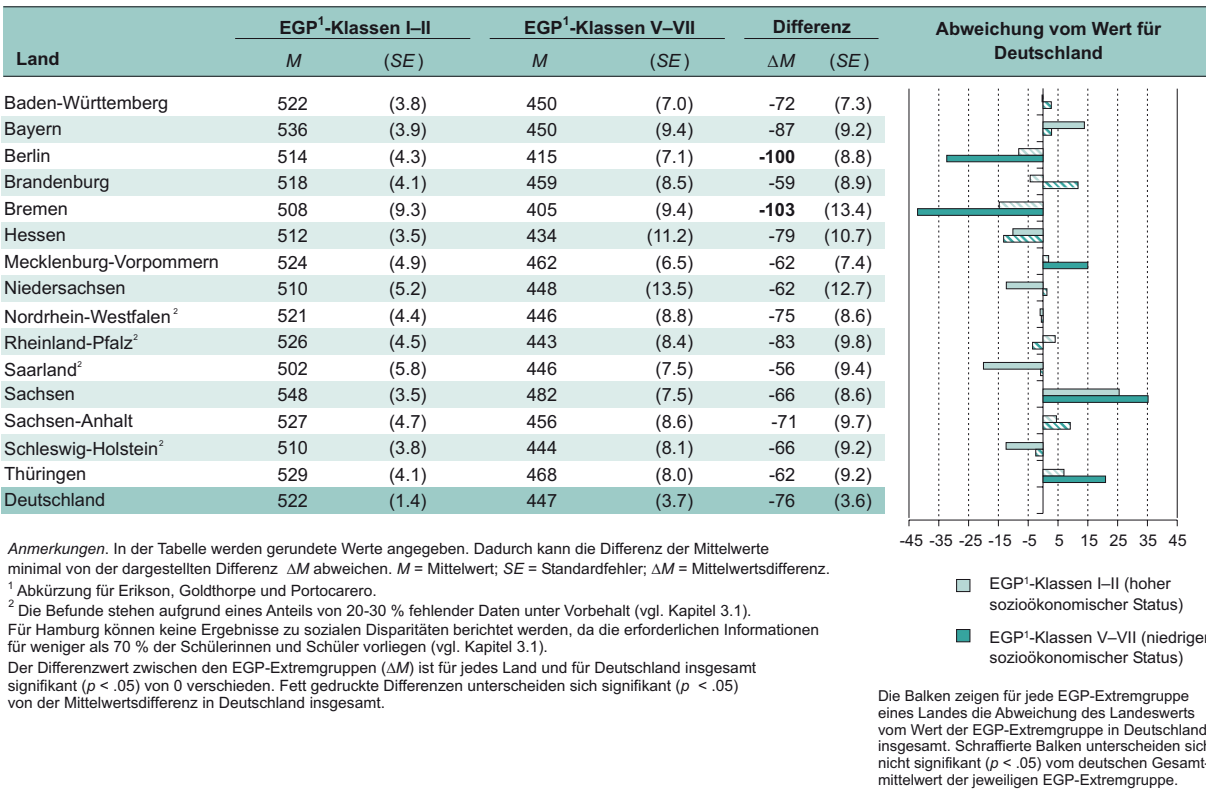


Abbildung 8.12: Vergleich der durchschnittlichen Kompetenzwerte der EGP-Extremgruppen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung im Fach Biologie* für das Jahr 2018



Im Fach Biologie unterscheiden sich die in Deutschland im Mittel erreichten Kompetenzen zwischen den EGP-Extremgruppen im Kompetenzbereich *Fachwissen* um 75 Punkte und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* um 76 Punkte zugunsten von Schülerinnen und Schülern aus sozial privilegierten Familien (Abb. 8.11 und 8.12). Vergleicht man diesen Unterschied mit dem zu erwartenden Kompetenzzuwachs im Fach Biologie, der bei Schülerinnen und Schülern, die den MSA anstreben, zwischen der 9. und 10. Jahrgangsstufe etwa 20 bis 25 Punkte umfasst (vgl. Kapitel 6.2), entspricht die Differenz zwischen den EGP-Extremgruppen ungefähr drei bis dreieinhalb Schuljahren Lernzeit. Im Kompetenzbereich *Fachwissen* fällt die Differenz in Brandenburg, in Mecklenburg-Vorpommern und im Saarland signifikant geringer aus als im bundesdeutschen Durchschnitt. Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* sind in Berlin und Bremen die Kompetenzunterschiede zwischen den EGP-Extremgruppen hingegen überdurchschnittlich hoch ausgeprägt.

Vergleicht man die im Mittel erreichten Kompetenzen der EGP-Extremgruppen mit dem jeweiligen Wert dieser Gruppen für Deutschland insgesamt, zeigen sich einige Unterschiede zwischen den Ländern. In Sachsen gelingt es Schülerinnen und Schülern in beiden EGP-Extremgruppen, durchgehend überdurchschnittliche Kompetenzwerte im Fach Biologie zu erzielen. Im Kompetenzbereich *Fachwissen* werden zudem in Thüringen überdurchschnittliche Ergebnisse in beiden EGP-Extremgruppen erreicht, wohingegen die Kompetenzwerte in Berlin, Bremen und Hessen für beide EGP-Extremgruppen in diesem Bereich signifikant unter dem deutschen Mittelwert der jeweiligen Gruppe liegen. Schülerinnen und Schüler aus sozial privilegierten Familien erreichen in Bayern in beiden Kompetenzbereichen und in Sachsen-Anhalt im Bereich *Fachwissen* überdurchschnittliche Kompetenzwerte. Unterdurchschnittliche Kompetenzwerte für diese Gruppe finden sich im Saarland und in Schleswig-Holstein in beiden Kompetenzbereichen sowie im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Hessen und Niedersachsen. Schülerinnen und Schüler aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status schneiden in beiden Kompetenzbereichen in Mecklenburg-Vorpommern besser ab; im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zusätzlich in Thüringen und im Bereich *Fachwissen* in Brandenburg. Im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt geringere Kompetenzwerte in dieser Gruppe finden sich hingegen im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Berlin und Bremen.

Die für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie festgestellten Differenzen zwischen den EGP-Extremgruppen betragen in Deutschland insgesamt 71 Punkte (Abb. 8.13 und 8.14), wobei auch hier Schülerinnen und Schüler aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status höhere Kompetenzwerte erreichen. Verglichen mit dem zwischen der 9. und 10. Jahrgangsstufe zu erwartenden Kompetenzzuwachs von ca. 35 Punkten entspricht der Unterschied zwischen den EGP-Extremgruppen etwa zwei Schuljahren (vgl. Kapitel 6.2). In Brandenburg fällt die Differenz in beiden Kompetenzbereichen signifikant geringer aus als im bundesdeutschen Durchschnitt, im Bereich *Erkenntnisgewinnung* außerdem in Mecklenburg-Vorpommern und im Saarland. Signifikant größere Differenzen zwischen beiden Gruppen als in Deutschland insgesamt sind im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in den Ländern Berlin und Bremen festzustellen.

Schülerinnen und Schüler beider EGP-Extremgruppen erreichen in Sachsen und Thüringen im Fach Chemie durchgängig signifikant höhere Werte als im bundesdeutschen Durchschnitt. Signifikant geringere Werte in beiden EGP-Extremgruppen finden sich hingegen für beide Kompetenzbereiche in Hessen so-

Abbildung 8.13: Vergleich der durchschnittlichen Kompetenzwerte der EGP-Extremgruppen im Kompetenzbereich *Fachwissen im Fach Chemie* für das Jahr 2018

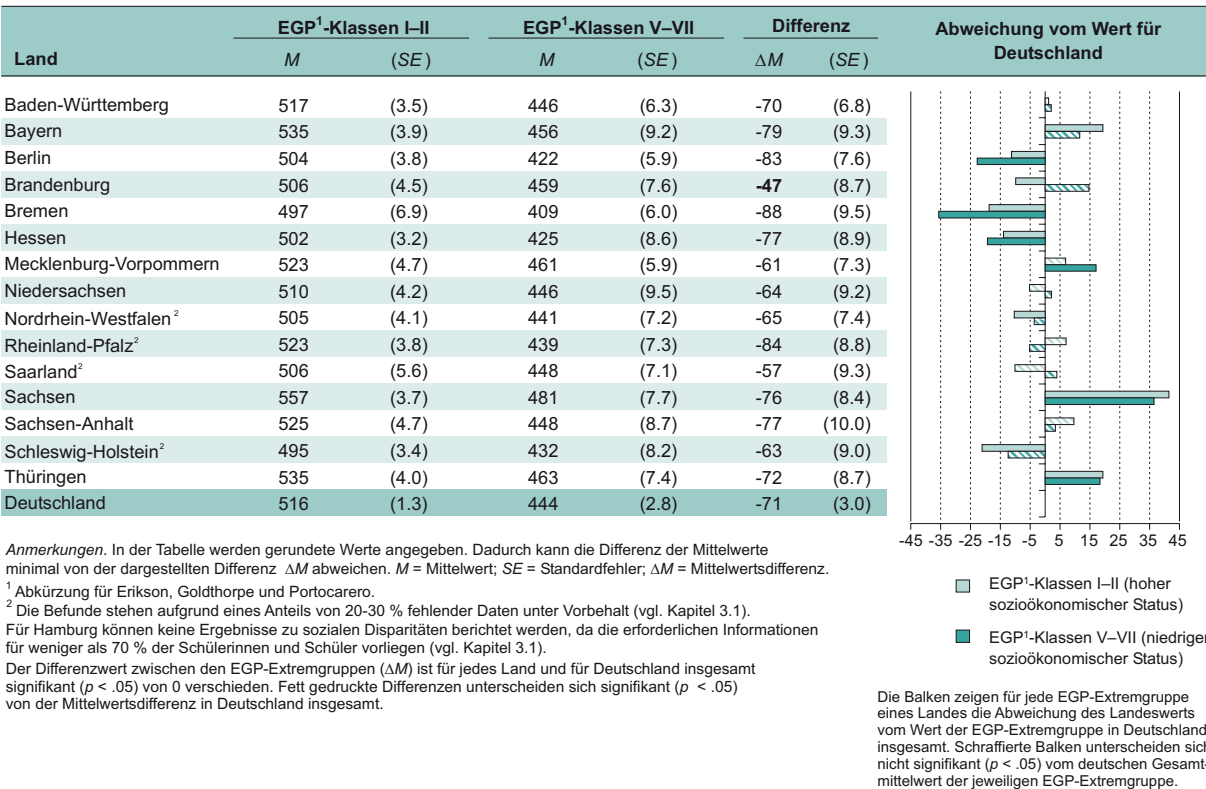
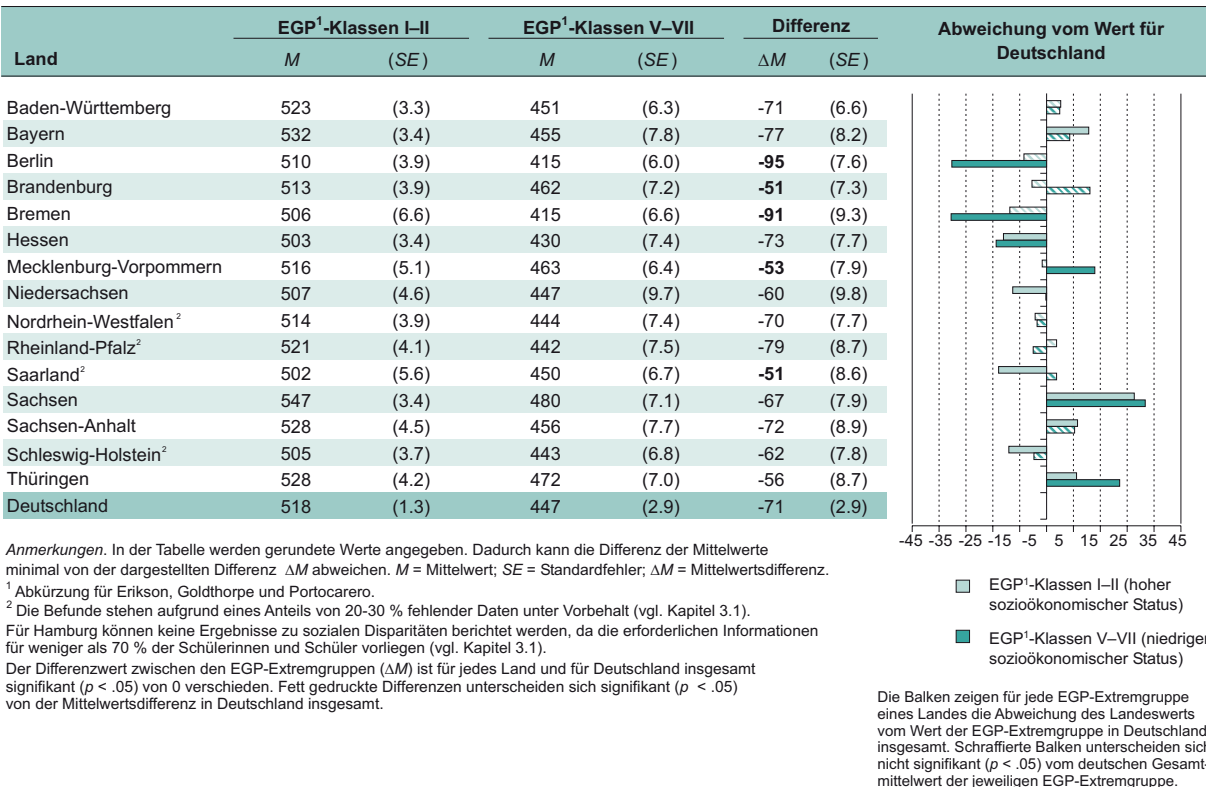


Abbildung 8.14: Vergleich der durchschnittlichen Kompetenzwerte der EGP-Extremgruppen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie* für das Jahr 2018



wie im Bereich *Fachwissen* in den Ländern Berlin und Bremen. Schülerinnen und Schüler aus sozial privilegierten Familien erreichen in Bayern in beiden Kompetenzbereichen höhere Kompetenzwerte, im Bereich *Erkenntnisgewinnung* trifft dies außerdem auf Schülerinnen und Schüler in Sachsen-Anhalt zu. Hingegen weisen Schülerinnen und Schüler dieser Gruppe in Schleswig-Holstein in beiden Kompetenzbereichen im Vergleich zum Bundesdurchschnitt der Jugendlichen aus Familien mit einem hohen sozioökonomischen Status geringere Kompetenzmittelwerte auf. In Brandenburg und Nordrhein-Westfalen erreichen Schülerinnen und Schüler dieser Gruppe zudem geringere Kompetenzwerte im Bereich *Fachwissen*, in Niedersachsen und im Saarland erzielen sie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* unterdurchschnittliche Ergebnisse. Jugendliche aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status erreichen hingegen in beiden Kompetenzbereichen in Mecklenburg-Vorpommern besonders hohe Kompetenzwerte, in Berlin und Bremen hingegen besonders geringe Kompetenzwerte im Bereich *Erkenntnisgewinnung*.

Die Differenz der EGP-Extremgruppen im Fach Physik beträgt in Deutschland insgesamt 71 Punkte im Kompetenzbereich *Fachwissen* und 69 Punkte im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* (Abb. 8.15 und 8.16) und ist wiederum in allen Ländern sowie in Deutschland insgesamt statistisch signifikant. Diese Unterschiede entsprechen etwa dem zweieinhalbfachen des von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe zu erwartenden Kompetenzzuwachses von ungefähr 25 Punkten (vgl. Kapitel 6.2). Die sozialen Disparitäten fallen in Berlin in beiden Kompetenzbereichen besonders groß aus, wohingegen besonders geringe Disparitäten im Bereich *Fachwissen* in Thüringen und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* im Saarland bestehen.

Im Fach Physik schneiden Schülerinnen und Schüler beider EGP-Extremgruppen wiederum in Sachsen und Thüringen in beiden Kompetenzbereichen überdurchschnittlich, in Bremen hingegen unterdurchschnittlich ab. Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt besonders geringe Kompetenzwerte in beiden EGP-Extremgruppen werden im Bereich *Fachwissen* zudem in Hessen und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Berlin erreicht.

Schülerinnen und Schüler aus Familien mit einem hohen sozioökonomischen Status weisen in Bayern und Sachsen-Anhalt im Vergleich zum deutschen Mittelwert dieser EGP-Extremgruppe durchgängig signifikant höhere Kompetenzen im Fach Physik auf. Hingegen fallen die Ergebnisse im Saarland und in Schleswig-Holstein für diese Gruppe in beiden Kompetenzbereichen ungünstiger aus als im Durchschnitt. Im Bereich *Fachwissen* erreichen Schülerinnen und Schüler aus sozial privilegierten Familien zudem in Nordrhein-Westfalen und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Hessen unterdurchschnittliche Werte. Schülerinnen und Schüler aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status erzielen im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Mecklenburg-Vorpommern vergleichsweise hohe, im Bereich *Fachwissen* in Berlin hingegen besonders niedrige Kompetenzwerte.

Abbildung 8.15: Vergleich der durchschnittlichen Kompetenzwerte der EGP-Extremgruppen im Kompetenzbereich *Fachwissen im Fach Physik* für das Jahr 2018

Land	EGP ¹ -Klassen I–II		EGP ¹ -Klassen V–VII		Differenz		Abweichung vom Wert für Deutschland
	M	(SE)	M	(SE)	ΔM	(SE)	
Baden-Württemberg	520	(3.4)	452	(6.5)	-68	(6.8)	
Bayern	542	(4.0)	464	(9.7)	-78	(9.7)	
Berlin	511	(4.0)	418	(6.1)	-93	(7.8)	
Brandenburg	517	(4.2)	462	(7.4)	-54	(8.3)	
Bremen	501	(6.9)	418	(7.1)	-83	(10.2)	
Hessen	505	(3.6)	422	(7.8)	-83	(8.3)	
Mecklenburg-Vorpommern	522	(5.0)	458	(7.0)	-65	(8.0)	
Niedersachsen	517	(4.1)	452	(9.2)	-65	(9.4)	
Nordrhein-Westfalen ²	502	(4.0)	438	(7.3)	-65	(7.1)	
Rheinland-Pfalz ²	519	(3.5)	443	(7.4)	-76	(8.6)	
Saarland ²	505	(5.6)	452	(7.1)	-54	(9.0)	
Sachsen	557	(3.7)	490	(8.7)	-67	(9.4)	
Sachsen-Anhalt	535	(4.6)	460	(8.5)	-75	(9.9)	
Schleswig-Holstein ²	508	(3.5)	454	(7.6)	-55	(8.5)	
Thüringen	532	(3.7)	479	(6.9)	-53	(7.8)	
Deutschland	519	(1.3)	448	(2.9)	-71	(3.0)	

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; ΔM = Mittelwertsdifferenz.

¹ Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.

² Die Befunde stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Der Differenzwert zwischen den EGP-Extremgruppen (ΔM) ist für jedes Land und für Deutschland insgesamt signifikant ($p < .05$) von 0 verschieden. Fett gedruckte Differenzen unterscheiden sich signifikant ($p < .05$) von der Mittelwertsdifferenz in Deutschland insgesamt.

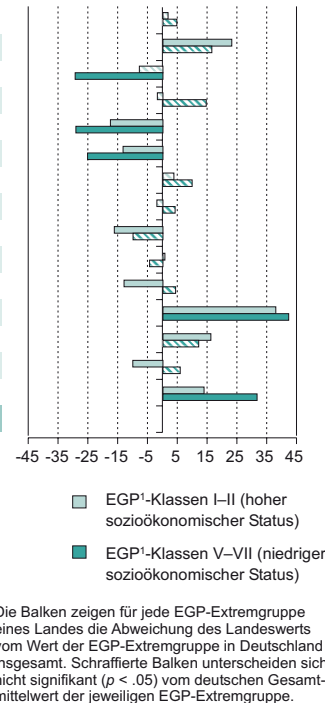


Abbildung 8.16: Vergleich der durchschnittlichen Kompetenzwerte der EGP-Extremgruppen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung im Fach Physik* für das Jahr 2018

Land	EGP ¹ -Klassen I–II		EGP ¹ -Klassen V–VII		Differenz		Abweichung vom Wert für Deutschland
	M	(SE)	M	(SE)	ΔM	(SE)	
Baden-Württemberg	524	(3.9)	456	(6.3)	-68	(6.8)	
Bayern	539	(3.7)	463	(8.7)	-77	(9.1)	
Berlin	508	(3.9)	420	(6.0)	-88	(7.5)	
Brandenburg	522	(3.6)	466	(7.5)	-56	(7.8)	
Bremen	505	(7.8)	415	(7.8)	-90	(11.4)	
Hessen	507	(3.2)	443	(6.2)	-64	(6.7)	
Mecklenburg-Vorpommern	524	(5.3)	470	(7.2)	-54	(8.9)	
Niedersachsen	517	(4.2)	456	(9.9)	-61	(9.9)	
Nordrhein-Westfalen ²	513	(4.6)	446	(7.9)	-67	(7.9)	
Rheinland-Pfalz ²	523	(3.6)	445	(7.0)	-77	(8.1)	
Saarland ²	503	(5.9)	456	(6.8)	-47	(8.9)	
Sachsen	557	(3.3)	487	(7.8)	-70	(8.6)	
Sachsen-Anhalt	532	(4.6)	464	(8.2)	-68	(9.5)	
Schleswig-Holstein ²	508	(3.9)	446	(6.7)	-62	(7.9)	
Thüringen	536	(4.4)	476	(7.2)	-60	(9.0)	
Deutschland	522	(1.4)	453	(3.0)	-69	(3.2)	

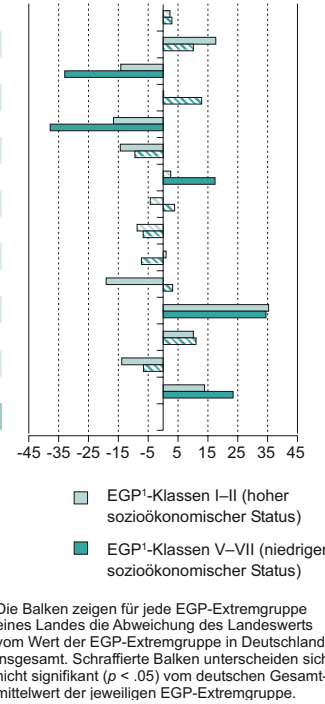
Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; ΔM = Mittelwertsdifferenz.

¹ Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.

² Die Befunde stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Der Differenzwert zwischen den EGP-Extremgruppen (ΔM) ist für jedes Land und für Deutschland insgesamt signifikant ($p < .05$) von 0 verschieden. Fett gedruckte Differenzen unterscheiden sich signifikant ($p < .05$) von der Mittelwertsdifferenz in Deutschland insgesamt.

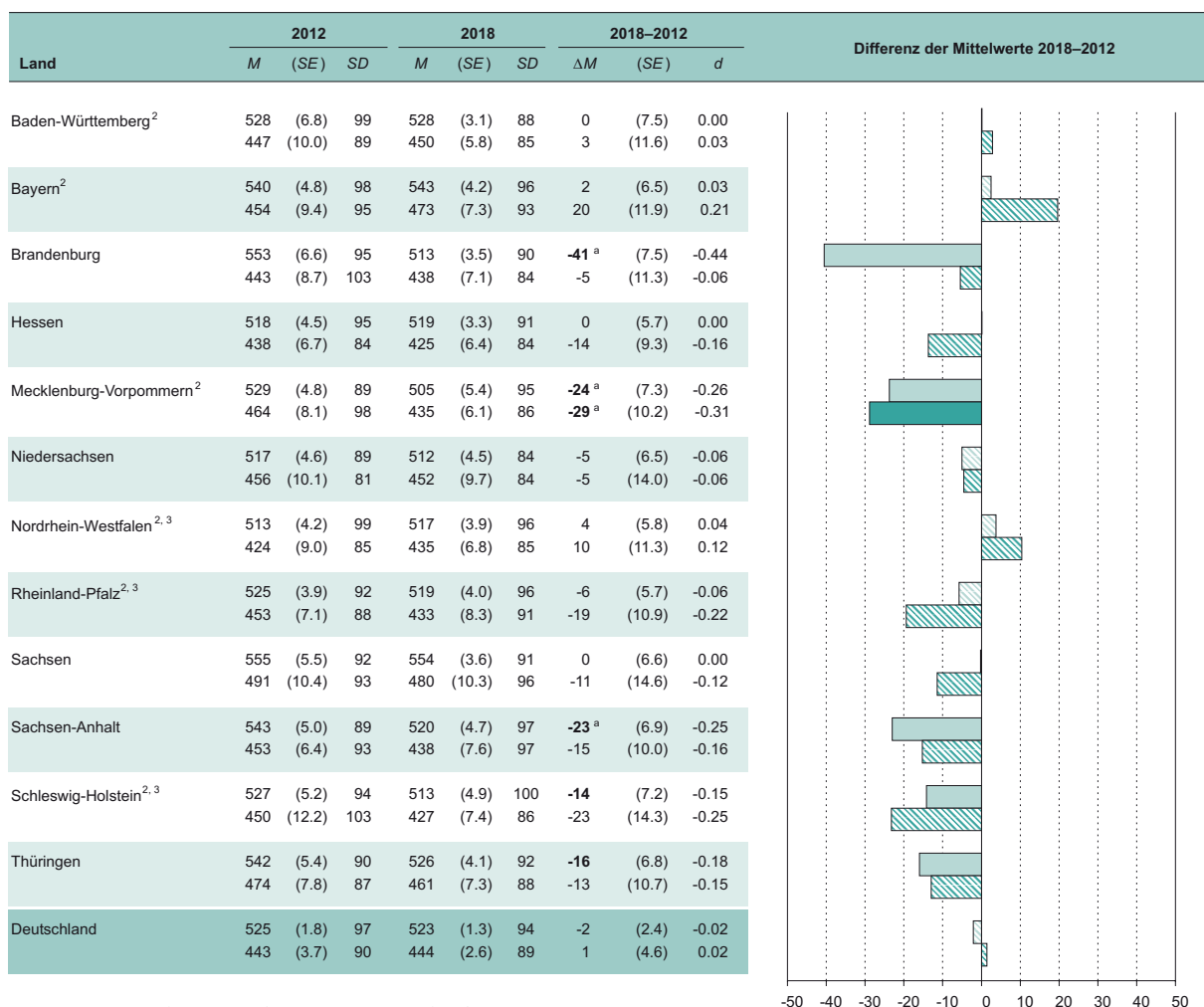


8.6.2 Kompetenzniveau nach EGP-Extremgruppen in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Im folgenden Abschnitt wird dargestellt, wie sich die von Schülerinnen und Schülern der EGP-Extremgruppen im Mittel erreichten Kompetenzen in den Ländern zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Die Abbildungen 8.17 bis 8.23 enthalten die Ergebnisse der Trendanalysen. Im Tabellenteil dieser Abbildungen sind für jedes Land und für Deutschland insgesamt jeweils für die Jahre 2012 und 2018 die von Schülerinnen und Schülern der EGP-Extremgruppen im Mittel erreichten Kompetenzwerte (M), die Standardfehler der Mittelwerte (SE) und die Standardabweichungen der Kompetenzwerte (SD) angegeben. Die letzten drei Spalten des Tabellenteils der Abbildungen beziehen sich auf die Veränderungen der im Durchschnitt erreichten Kompetenzen innerhalb jeder Gruppe. Die Veränderungen (ΔM) sowie ihre Standardfehler (SE) werden in Punkten auf der Berichtsmetrik angegeben. Da sich innerhalb der Gruppen zwischen den Jahren 2012 und 2018 teilweise auch die Streuungen der erreichten Kompetenzen verändert haben, wird zusätzlich eine standardisierte Mittelwertsdifferenz (d) für die Kompetenzunterschiede zwischen den Jahren 2012 und 2018 angegeben (vgl. Kapitel 3.2). Die Differenzen zwischen den Kompetenzwerten, die innerhalb der Gruppen in den Jahren 2012 und 2018 erreicht wurden, sind zusätzlich in einem Balkendiagramm visualisiert. Statistisch signifikante Unterschiede sind durch vollständig ausgefüllte Balken, statistisch nicht signifikante Unterschiede durch schraffierte Balken gekennzeichnet.

Auf Bundesebene sind die erreichten Kompetenzwerte im Fach Mathematik (*Globalskala*) in beiden EGP-Extremgruppen stabil geblieben (Abb. 8.17). Auf Ebene der Länder hingegen zeigen sich jedoch einige ungünstige Veränderungen, die statistisch signifikant sind. Schülerinnen und Schüler beider EGP-Extremgruppen erreichen in Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2018 geringere mittlere Kompetenzwerte als im Jahr 2012. In Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen fallen die Kompetenzmittelwerte im Jahr 2018 vor allem bei Schülerinnen und Schülern aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status geringer aus als im Jahr 2012. Die für Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt zu verzeichnenden Veränderungen unterscheiden sich zudem signifikant von den für Deutschland insgesamt festgestellten stabilen Werten.

Auch im Fach Biologie zeigen sich für Deutschland insgesamt in keiner der beiden EGP-Extremgruppen signifikante Veränderungen der im Mittel erreichten Kompetenzen (Abb. 8.18 und 8.19). Im Bereich *Fachwissen* ist in Sachsen-Anhalt ein signifikanter Rückgang der erreichten Kompetenzwerte für Schülerinnen und Schüler beider EGP-Extremgruppen zu verzeichnen, der sich für Jugendliche aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status zudem von den stabilen Werten für Deutschland insgesamt unterscheidet. Ebenso verringerten sich die von Schülerinnen und Schülern aus sozial privilegierten Familien im Mittel erreichten Kompetenzen in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein signifikant und auch stärker als in Deutschland insgesamt. Die Kompetenzwerte im Bereich *Fachwissen* von Schülerinnen und Schülern aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status sind in Rheinland-Pfalz im Jahr 2018 signifikant geringer ausgeprägt als im Jahr 2012.

Abbildung 8.17: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen im Fach Mathematik (*Globalskala*) nach EGP-Extremgruppe und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Anmerkungen. 1. Zeile: EGP-Klassen I–II (hoher sozioökonomischer Status).

2. Zeile: EGP-Klassen V–VII (niedriger sozioökonomischer Status).

In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. *M* = Mittelwert; *SE* = Standardfehler; *SD* = Standardabweichung;

ΔM = Mittelwertsdifferenz; *d* = Effektstärke Cohens *d*.

¹ Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.

² Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

³ Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1). Für Berlin, Bremen und das Saarland

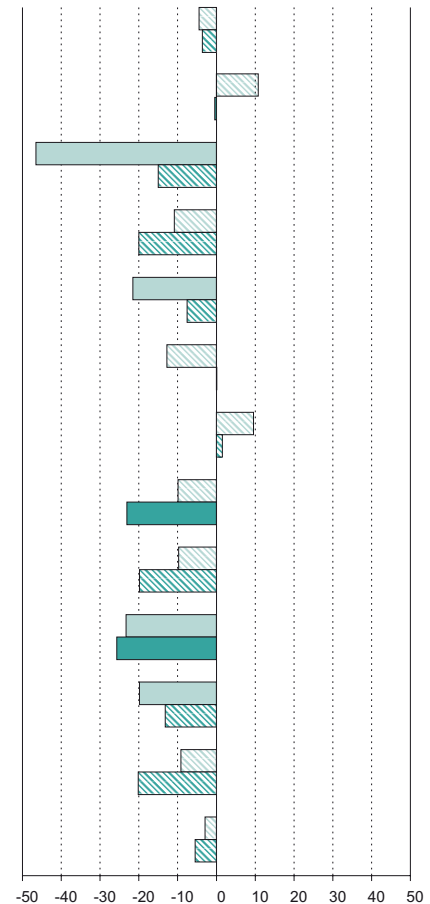
können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine

statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 8.18: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Biologie nach EGP-Extremgruppe und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Land	2012			2018			2018–2012			Differenz der Mittelwerte 2018–2012
	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	ΔM	(SE)	d	
Baden-Württemberg ²	525	(6.7)	100	520	(3.6)	92	-4	(7.7)	-0.05	
	454	(12.3)	92	451	(6.1)	85	-4	(13.8)	-0.04	
Bayern ²	525	(4.8)	102	536	(3.7)	88	11 ^a	(6.2)	0.11	
	449	(9.4)	100	449	(8.5)	86	0	(12.8)	0.00	
Brandenburg	557	(5.2)	88	511	(4.6)	94	-46 ^a	(7.0)	-0.51	
	485	(9.3)	93	470	(8.5)	101	-15	(12.7)	-0.16	
Hessen	515	(4.1)	90	504	(4.1)	95	-11	(5.9)	-0.12	
	433	(6.7)	83	413	(11.1)	95	-20	(13.0)	-0.22	
Mecklenburg-Vorpommern ²	541	(5.5)	92	520	(4.7)	89	-22 ^a	(7.4)	-0.24	
	475	(8.5)	93	468	(6.7)	84	-8	(10.9)	-0.09	
Niedersachsen	527	(4.6)	94	514	(4.7)	91	-13	(6.7)	-0.14	
	452	(8.4)	90	452	(11.2)	95	0	(14.0)	0.00	
Nordrhein-Westfalen ^{2,3}	504	(4.6)	98	513	(4.1)	93	10	(6.3)	0.10	
	437	(6.9)	82	439	(8.2)	90	2	(10.8)	0.02	
Rheinland-Pfalz ^{2,3}	533	(4.6)	87	523	(4.4)	96	-10	(6.4)	-0.11	
	463	(6.9)	89	440	(8.1)	95	-23	(10.7)	-0.25	
Sachsen	562	(5.5)	88	552	(3.6)	84	-10	(6.7)	-0.11	
	506	(10.9)	97	486	(6.6)	80	-20	(12.8)	-0.22	
Sachsen-Anhalt	555	(4.8)	99	532	(4.9)	98	-23 ^a	(6.9)	-0.24	
	478	(8.2)	95	452	(8.2)	95	-26	(11.7)	-0.27	
Schleswig-Holstein ^{2,3}	525	(4.8)	95	505	(3.3)	95	-20 ^a	(6.0)	-0.21	
	455	(8.3)	85	442	(7.5)	90	-13	(11.3)	-0.15	
Thüringen	548	(6.0)	96	539	(4.4)	88	-9	(7.5)	-0.10	
	490	(7.6)	86	470	(6.8)	81	-20	(10.2)	-0.24	
Deutschland	522	(2.1)	98	519	(1.3)	93	-3	(2.7)	-0.03	
	450	(3.2)	91	445	(3.1)	91	-5	(4.6)	-0.06	



Anmerkungen. 1. Zeile: EGP-Klassen I–II (hoher sozioökonomischer Status).

2. Zeile: EGP-Klassen V–VII (niedriger sozioökonomischer Status).

In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung;

ΔM = Mittelwertsdifferenz; d = Effektstärke Cohens d .

¹ Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.

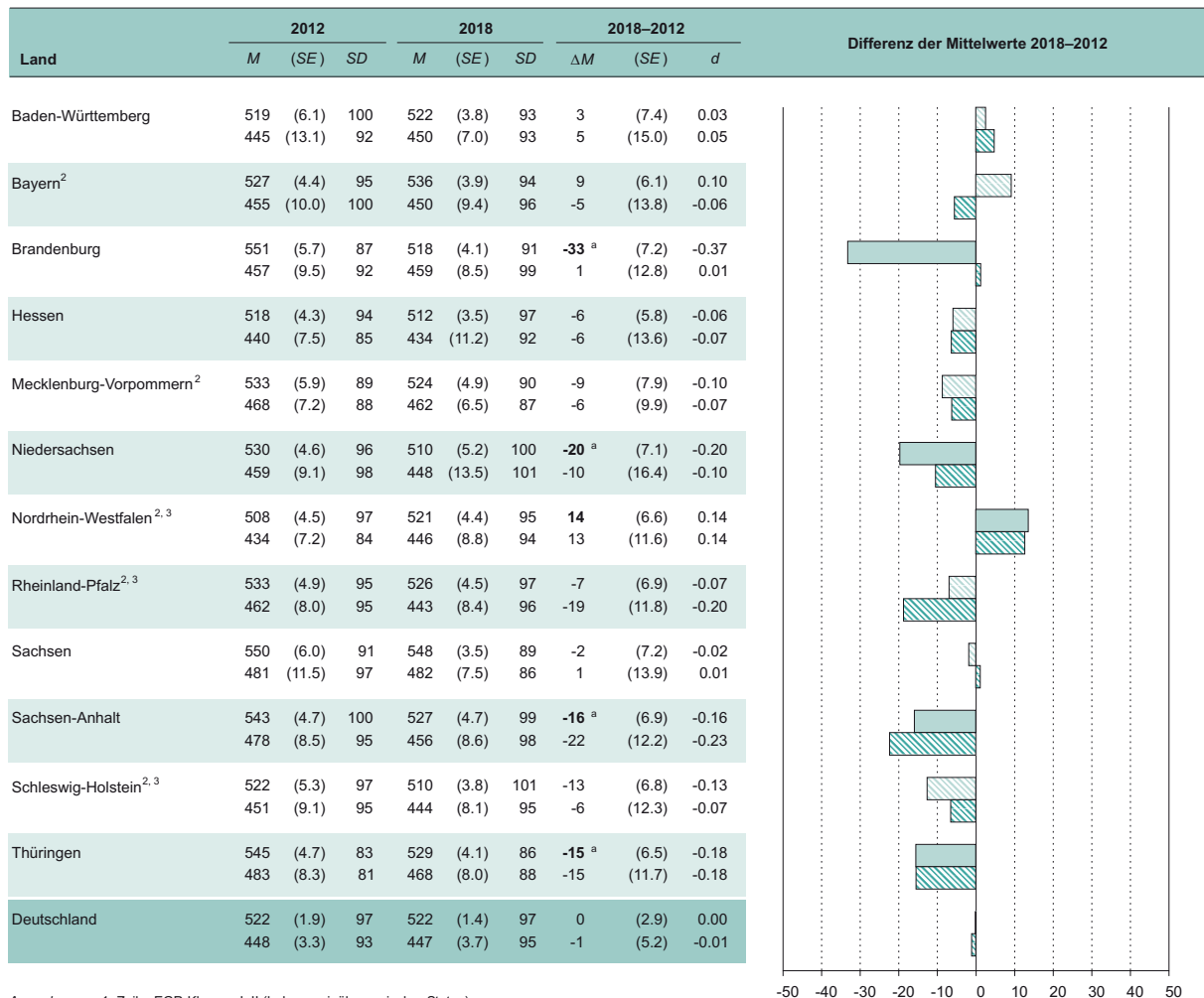
² Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

³ Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1). Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 8.19: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie nach EGP-Extremgruppe und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Anmerkungen. 1. Zeile: EGP-Klassen I–II (hoher sozioökonomischer Status).

2. Zeile: EGP-Klassen V–VII (niedriger sozioökonomischer Status).

In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung;

ΔM = Mittelwertsdifferenz; d = Effektstärke Cohens d .

¹ Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.

² Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

³ Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1). Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* stiegen die Kompetenzwerte für Schülerinnen und Schüler aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status in Nordrhein-Westfalen signifikant an. Schülerinnen und Schüler dieser Gruppe erreichen hingegen in Brandenburg, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen im Jahr 2018 signifikant geringere Kompetenzwerte als im Jahr 2012. Diese ungünstigen Trends sind zudem signifikant stärker ausgeprägt als die für Deutschland insgesamt festgestellten stabilen Werte in dieser Gruppe.

Abbildung 8.20: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Chemie nach EGP-Extremgruppe und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Anmerkungen. 1. Zeile: EGP-Klassen I–II (hoher sozioökonomischer Status).

2. Zeile: EGP-Klassen V–VII (niedriger sozioökonomischer Status).

In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung;

ΔM = Mittelwertsdifferenz; d = Effektstärke Cohens d .

¹ Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.

² Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

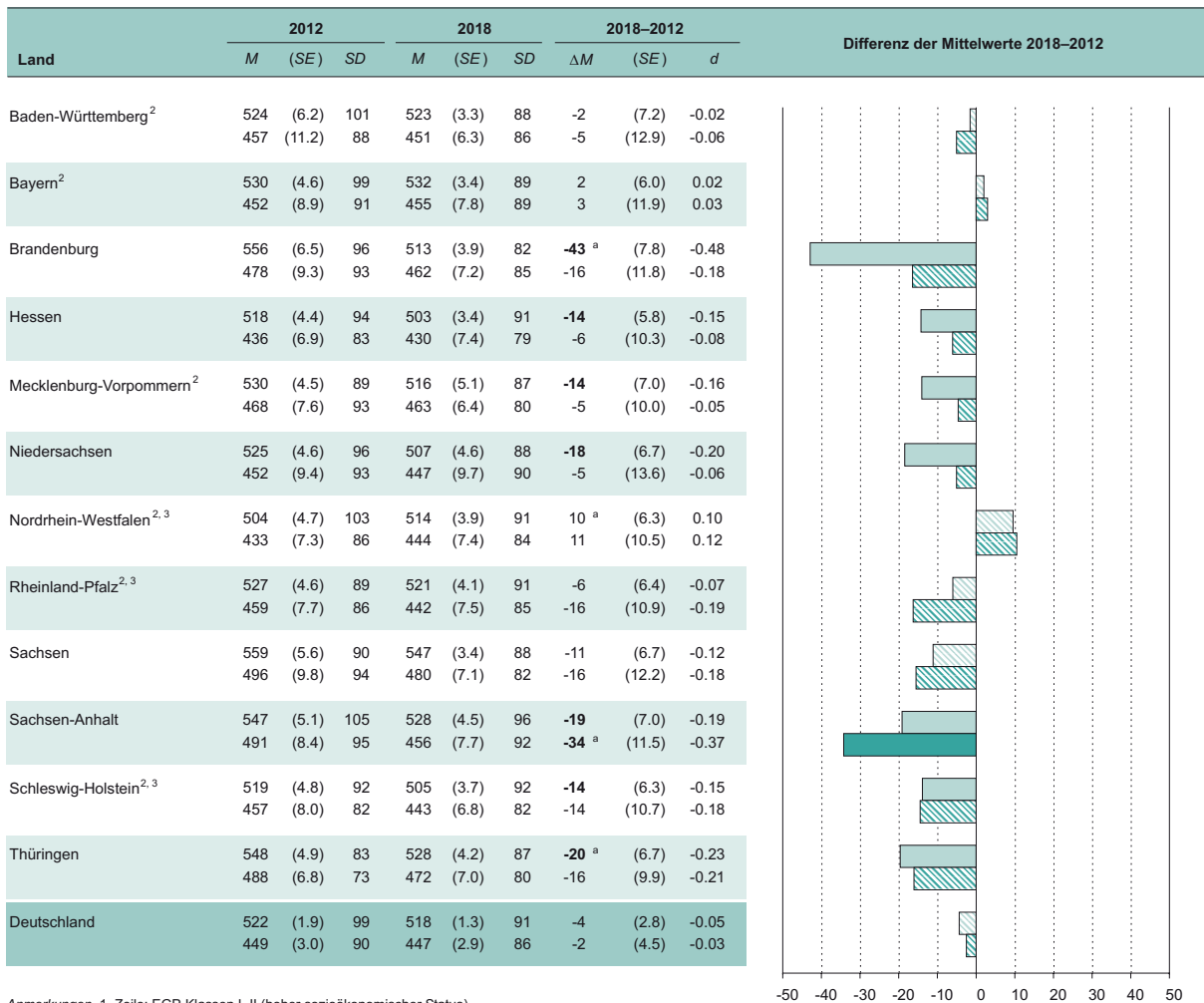
³ Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1). Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Im Fach Chemie ist in Deutschland insgesamt im Bereich *Fachwissen* für Schülerinnen und Schüler aus sozial privilegierten Familien ein signifikanter Kompetenzrückgang zu erkennen (Abb. 8.20), wohingegen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* stabile Werte für beide EGP-Extremgruppen zu verzeichnen sind (Abb. 8.21). Auf Ebene der Länder nehmen die im Mittel erreichten Kompetenzwerte im Bereich *Fachwissen* bei beiden EGP-Extremgruppen in Sachsen-Anhalt und Thüringen signifikant ab, wobei sich die Trends nur für Sachsen-Anhalt von dem für Deutschland insgesamt festgestellten Wert der Veränderung unterscheiden. Für Schülerinnen und Schüler aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status sind zudem – analog zum bundesweiten Trend – in Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein im Jahr 2018 signifikant geringere Werte festzustellen als im Jahr 2012. Diese Kompetenzrückgänge fallen in Brandenburg und Schleswig-Holstein zudem signifikant stärker aus als in Deutschland insgesamt.

Abbildung 8.21: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie nach EGP-Extremgruppe und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Anmerkungen. 1. Zeile: EGP-Klassen I–II (hoher sozioökonomischer Status).

2. Zeile: EGP-Klassen V–VII (niedriger sozioökonomischer Status).

In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung;

ΔM = Mittelwertsdifferenz; d = Effektstärke Cohens d .

¹ Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.

² Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

³ Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1). Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Auch im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zeigen sich im Jahr 2018 für beide EGP-Extremgruppen in Sachsen-Anhalt signifikant ungünstigere Ergebnisse als im Jahr 2012, wobei der Unterschied zum bundesdeutschen stabilen Wert nur für Schülerinnen und Schüler aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status statistisch signifikant ist. Differenzielle Entwicklungen für einzelne EGP-Extremgruppen sind für sechs Länder festzustellen und betreffen durchgängig die Gruppe der Jugendlichen aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status. Die Kompetenzen im Bereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie verringerten sich für diese Gruppe in Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen signifikant, wobei sich der Trend nur in Brandenburg und Thüringen signifikant vom für Deutschland insgesamt festgestellten Wert unterscheidet.

Abbildung 8.22: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Physik nach EGP-Extremgruppe und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

Anmerkungen. 1. Zeile: EGP-Klassen I–II (hoher sozioökonomischer Status).

2. Zeile: EGP-Klassen V–VII (niedriger sozioökonomischer Status).

In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung; ΔM = Mittelwertsdifferenz; d = Effektstärke Cohens d .

^a Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.

² Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

³ Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

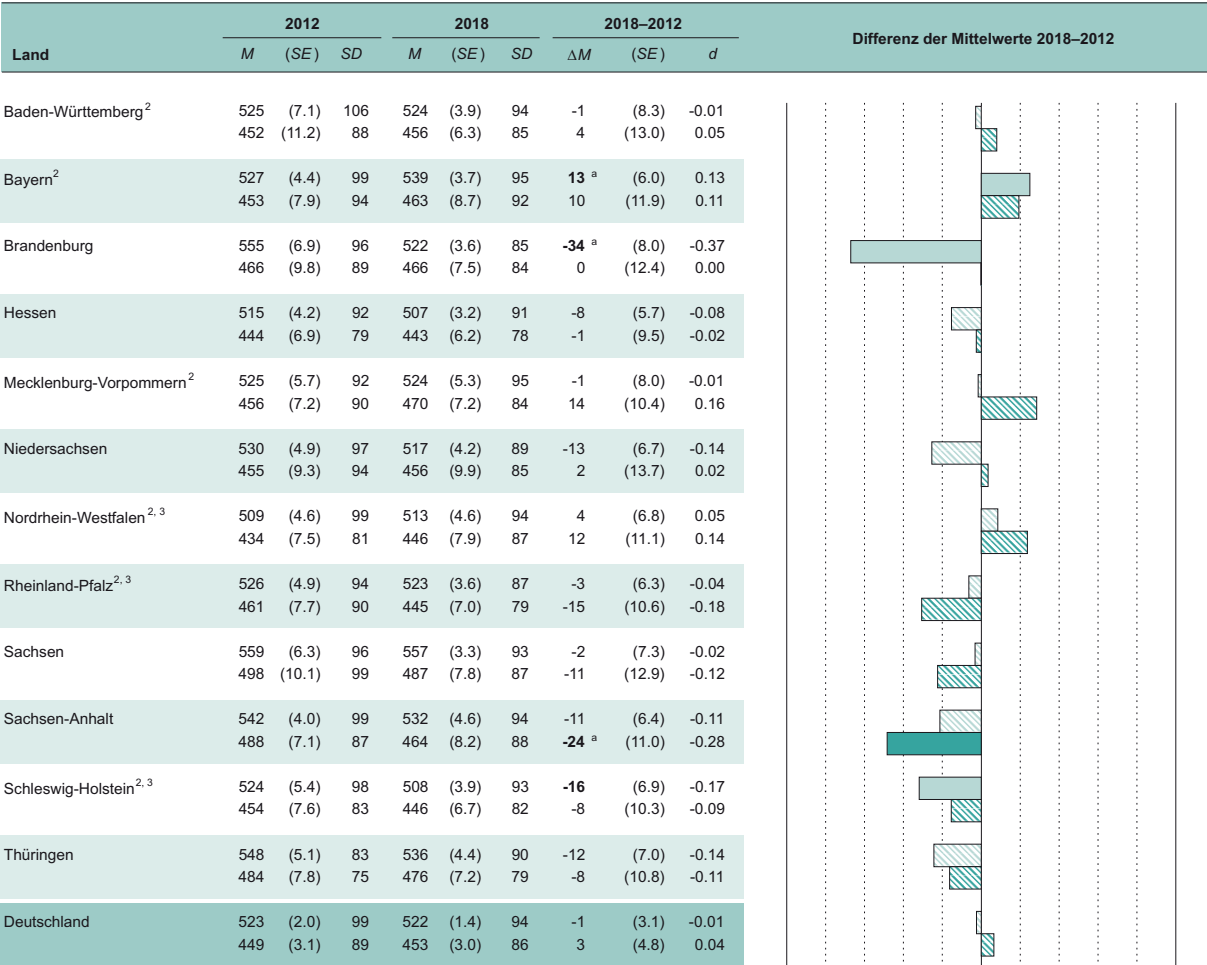
^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.

Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1). Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Im Fach Physik zeigen sich in beiden Kompetenzbereichen für Deutschland insgesamt für beide EGP-Extremgruppen stabile Werte zwischen den Jahren 2012 und 2018 (Abb. 8.22 und 8.23). Auf Ebene der Länder ist im Kompetenzbereich *Fachwissen* in Hessen und Sachsen-Anhalt für beide EGP-Extremgruppen ein signifikanter Kompetenzrückgang zu erkennen; für Schülerinnen und Schüler aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status sanken die im Mittel erreichten Kompetenzen außerdem in Brandenburg, Schleswig-Holstein und Thüringen signifikant. Diese ungünstigen Trends unterscheiden sich für Schülerinnen und Schüler aus sozial privilegierten Familien in Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen zudem signifikant vom bundesdeutschen Wert für diese Gruppe.

Abbildung 8.23: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik nach EGP-Extremgruppe und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich



Anmerkungen. 1. Zeile: EGP-Klassen I–II (hoher sozioökonomischer Status).
 2. Zeile: EGP-Klassen V–VII (niedriger sozioökonomischer Status).
 In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung;
 ΔM = Mittelwertsdifferenz; d = Effektstärke Cohens d .
¹ Abkürzung für Erikson, Goldthorpe und Portocarero.
² Die Befunde für das Jahr 2012 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).
³ Die Befunde für das Jahr 2018 stehen aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).
^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Deutschland.
 Für Hamburg können keine Ergebnisse zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1). Für Berlin, Bremen und das Saarland können keine Ergebnisse der Trendanalysen zu sozialen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Schülerinnen und Schüler vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).
 Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* zeigen sich im Fach Physik auf Länderebene ausschließlich differenzielle Kompetenzentwicklungen für einzelne EGP-Extremgruppen: In Bayern steigen die von Schülerinnen und Schülern aus sozial privilegierten Familien erreichten Kompetenzwerte im Bereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik signifikant an. In Brandenburg und Schleswig-Holstein ergibt sich nur für die Gruppe der Schülerinnen und Schüler aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status, in Sachsen-Anhalt hingegen für die Gruppe der Schülerinnen und Schüler aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status eine signifikante Verringerung der erreichten Kompetenzen; die Kompetenzen der jeweils anderen Gruppe bleiben stabil. Die für Bayern, Brandenburg und Sachsen-Anhalt festgestellten Trends heben sich signifikant von den in Deutschland insgesamt festgestellten stabilen Werten ab.

8.7 Zusammenfassung und Diskussion

In diesem Kapitel wurde untersucht, inwieweit die in Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik erreichten Kompetenzen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in Deutschland mit dem sozialen Status ihrer Familien zusammenhängen, wobei die Ergebnisse für einige Länder aufgrund eines hohen Anteils fehlender Werte unter Vorbehalt stehen oder nicht berichtet werden konnten.

Für das Jahr 2018 ist festzuhalten, dass sich die Länder im durchschnittlichen HISEI und auch in der Streuung der HISEI-Werte nur geringfügig unterscheiden. Ein entsprechender Befund zeigte sich bereits in früheren IQB-Studien sowohl in der Primarstufe (Haag et al., 2017; Richter, Kuhl & Pant, 2012) als auch in der Sekundarstufe I (Kuhl et al., 2016; Kuhl et al., 2013). Familien in Bremen, Mecklenburg-Vorpommern, im Saarland und in Sachsen-Anhalt verfügen allerdings über einen im Mittel etwas geringeren, Familien in Bayern und Berlin hingegen über einen etwas höheren sozioökonomischen Status. Die sozialen Unterschiede zwischen Familien fallen innerhalb von Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen etwas geringer, in den Stadtstaaten Berlin und Bremen dagegen etwas höher aus als in Deutschland insgesamt. Die Differenzen zwischen den Ländern sind jedoch gering, sodass der durchschnittliche sozioökonomische Hintergrund von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern und seine Verteilung in den Ländern recht ähnlich sind.

Im Vergleich der Jahre 2012 und 2018 zeigt sich bundesweit eine geringfügige Zunahme des mittleren sozioökonomischen Status bei insgesamt gleichbleibender Heterogenität. Ein ähnlicher Befund zeigte sich bereits im IQB-Bildungstrend 2015; dort fiel der Anstieg des HISEI jedoch insgesamt etwas höher aus. Auf Ebene der Länder erhöhte sich der sozioökonomische Status insbesondere in Sachsen und Sachsen-Anhalt. Die Streuung des HISEI blieb auch innerhalb der meisten Länder stabil, lediglich in Brandenburg war eine Verringerung der Heterogenität zu beobachten.

Die Kopplung zwischen den erreichten Kompetenzen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler und dem sozialen Status ihrer Familien wird anhand der Steigung der sozialen Gradienten bestimmt. Für alle untersuchten Bereiche liegen sowohl deutschlandweit als auch in allen berichteten Ländern signifikante soziale Gradienten vor, die auf ausgeprägte soziale Disparitäten hinweisen. Zwischen den Ländern zeigten sich teilweise deutliche Unterschiede im Grad der Kopplung von sozialer Herkunft und erreichten Kompetenzen. Nahezu durchgängig besonders starke Zusammenhänge bestehen in Berlin, wohingegen die Werte des sozialen Gradienten in Brandenburg, dort vor allem in den Fächern Biologie und Chemie, besonders gering ausgeprägt sind. Im Fach Mathematik ist der soziale Gradient in Thüringen zudem signifikant kleiner als in Deutschland insgesamt.

Ein Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 festgestellten sozialen Gradienten zeigt auf Bundesebene durchgängige Stabilität, die sozialen Disparitäten haben sich also insgesamt nicht verändert. Auf Länderebene sind lediglich in drei Ländern signifikante Veränderungen der Disparitäten zu verzeichnen: In Brandenburg nahm die Kopplung zwischen mathematischen Kompetenzen und dem sozialen Status ab, wohingegen sie in Rheinland-Pfalz zunahm. In Niedersachsen verringerte sich der soziale Gradient im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Chemie und Physik.

Im Vergleich der Ländermittelwerte von zwei EGP-Extremgruppen zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern aus Familien mit einem hohen sozioökonomischen Status (EGP-Klassen I–II) und den Schülerinnen und Schülern mit einem niedrigen sozioökonomischen Status (EGP-Klassen V–VII) in allen Ländern substanziell sind und erheblich zwischen den Ländern variieren. Besonders geringe Differenzen können teilweise auf die Ergebnisse einzelner EGP-Extremgruppen zurückgeführt werden: Während sich die vergleichsweise geringen sozialen Disparitäten im Bereich *Fachwissen* in den Fächern Biologie und Chemie in Mecklenburg-Vorpommern sowie im Fach Biologie in Brandenburg durch das im Vergleich zum bundesdeutschen Wert relativ hohe Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler aus sozial schwachen Familien erklären lassen, sind die geringen sozialen Disparitäten im Bereich *Fachwissen* im Fach Biologie und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Chemie und Physik im Saarland sowie im Bereich *Fachwissen* im Fach Chemie in Brandenburg auf das vergleichsweise geringe Kompetenzniveau von Schülerinnen und Schülern aus sozial privilegierten Familien zurückzuführen.

Bei der Analyse von Veränderungen zwischen den Jahren 2012 und 2018 zeigt sich für Deutschland insgesamt für die von den Schülerinnen und Schülern der beiden EGP-Extremgruppen erreichten Kompetenzen weitgehende Stabilität. Auf Ebene der Länder ist zum Teil ein Kompetenzrückgang für Schülerinnen und Schüler aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status zu beobachten, der in Brandenburg für alle und in Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen für nahezu alle untersuchten Kompetenzbereiche signifikant ausfällt. Zusätzlich erreichen Schülerinnen und Schüler aus Familien mit geringem sozioökonomischem Status in Sachsen-Anhalt in fünf der sechs Kompetenzbereiche der naturwissenschaftlichen Fächer im Jahr 2018 signifikant geringere Kompetenzwerte als im Jahr 2012.

Zusammenfassend zeigt sich anhand der Daten des IQB-Bildungstrends 2018, dass soziale Herkunftsmerkmale der Familie für den Kompetenzerwerb in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern in der Sekundarstufe I nach wie vor sehr relevant sind, wobei die Ausprägung dieses Zusammenhangs zwischen den untersuchten Kompetenzbereichen kaum variiert. Die Kopplung zwischen dem sozialen Status der Familien und dem Kompetenzerwerb von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in den untersuchten Fächern ist zwischen den Jahren 2012 und 2018 nahezu unverändert geblieben, was darauf hindeutet, dass es überwiegend noch nicht gelungen ist, soziale Disparitäten im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern abzubauen. Daher sollte es auch künftig ein Ziel bildungspolitischer und schulpraktischer Bemühungen sein, Bedingungen zu schaffen, die zur Verringerung sozialer Disparitäten beitragen und Schülerinnen und Schülern unabhängig von ihrer sozialen Ausgangslage möglichst gute Entwicklungschancen bieten.

Literatur

- Baumert, J., & Schümer, G. (2001). Familiäre Lebensverhältnisse, Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann & M. Weiß (Hrsg.), *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 323–407). Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Stanat, P. & Watermann, R. (Hrsg.). (2006). *Herkunftsbedingte Disparitäten im Bildungswesen: Differenzielle Bildungsprozesse und Probleme der Verteilungs-*

- gerechtigkeit. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Ehmke, T. & Baumert, J. (2008). Soziale Disparitäten des Kompetenzerwerbs und der Bildungsbeteiligung in den Ländern: Vergleiche zwischen PISA 2000 und 2006. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006 in Deutschland. Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich* (S. 319–342). Münster: Waxmann.
- Ehmke, T., Hohensee, F., Heidemeier, H. & Prenzel, M. (2004). Familiäre Lebensverhältnisse, Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H.-G. Rolff, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 225–254). Münster: Waxmann.
- Ehmke, T. & Jude, N. (2010). Soziale Herkunft und Kompetenzerwerb. In E. Klieme, C. Artelt, J. Hartig, N. Jude, O. Köller, M. Prenzel, M. Schneider & P. Stanat (Hrsg.), *PISA 2009: Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 231–254). Münster: Waxmann.
- Erikson, R., Goldthorpe, J. H. & Portocarero, L. (1979). Intergenerational class mobility in three Western European societies: England, France and Sweden. *British Journal of Sociology*, 30, 341–415.
- Ganzeboom, H. B. G. (2010). *A new international socio-economic index [ISEI] of occupational status for the International Standard Classification of Occupation 2008 [ISCO-08] constructed with data from the ISSP 2002–2007; with an analysis of quality of educational measurement in ISSP*. Vortrag auf der Annual Conference of International Social Survey Programme, Lissabon.
- Ganzeboom, H. B. G., de Graaf, P. M., & Treiman, D., J. (1992). A standard international socio-economic index of occupational status. *Social Science Research*, 21, 1–56.
- Haag, N., Kocaj, A., Jansen, M., & Kuhl, P. (2017). Soziale Disparitäten. In P. Stanat, S. Schipolowski, C. Rjosk, S. Weirich, & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2016. Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 213–235). Münster: Waxmann.
- International Labour Office. (2012). *International Standard Classification of Occupations (ISCO-08)*. Genf: ILO.
- Knigge, M. & Leucht, M. (2010). Soziale Disparitäten im Spracherwerb. In O. Köller, M. Knigge & B. Tesch (Hrsg.), *Sprachliche Kompetenzen im Ländervergleich* (S. 185–201). Münster: Waxmann.
- Kuhl, P., Haag, N., Federlein, F., Weirich, S. & Schipolowski, S. (2016). Soziale Disparitäten. In P. Stanat, K. Böhme, S. Schipolowski & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2015. Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 409–430). Münster: Waxmann.
- Kuhl, P., Siegle, T. & Lenski, A. E. (2013). Soziale Disparitäten. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 275–296). Münster: Waxmann.
- Maaz, K., Baumert, J., Gresch, C. & McElvany, N. (Hrsg.). (2010). *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule. Leistungsgerechtigkeit und regionale, soziale und ethnisch-kulturelle Disparitäten*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Müller, K. & Ehmke, T. (2013). Soziale Herkunft als Bedingung der Kompetenzentwicklung. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 245–275). Münster: Waxmann.
- Müller, K. & Ehmke, T. (2016). Soziale Herkunft und Kompetenzerwerb. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 285–316). Münster: Waxmann.
- Richter, D., Kuhl, P. & Pant, H. A. (2012). Soziale Disparitäten des Kompetenzerwerbs. In P. Stanat, H. A. Pant, K. Böhme & D. Richter (Hrsg.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (S. 191–207). Münster: Waxmann.
- Siegle, T., Schroeders, U. & Roppelt, A. (2013). Anlage und Durchführung des Ländervergleichs. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 101–122). Münster: Waxmann.

Kapitel 9

Zuwanderungsbezogene Disparitäten

Sofie Henschel, Birgit Heppt, Sebastian Weirich, Aileen Edele,
Stefan Schipolowski und Petra Stanat

9.1 Analysen zuwanderungsbezogener Disparitäten als Gegenstand des Bildungsmonitorings

Die schulbezogene Integration von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund gilt als wichtiges bildungspolitisches Ziel (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2016). Im Bildungsmonitoring wird deshalb fortlaufend untersucht, wie gut es gelingt, bestehende Disparitäten zwischen Kindern und Jugendlichen aus zugewanderten Familien und Kindern und Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund zu verringern¹. Angesichts der seit dem Jahr 2014 gestiegenen Zahl neu zugewanderter Kinder und Jugendlicher im schulpflichtigen Alter gewinnt die Untersuchung zuwanderungsbezogener Unterschiede zusätzlich an Bedeutung (vgl. Abschnitt 9.7). Neben der Entwicklung fachlicher Kompetenzen als wichtigem Aspekt kultureller Integration (Esser, 2006) und entscheidender Voraussetzung für die weitere Bildungslaufbahn sowie gesellschaftlicher Teilhabe zielt die schulbezogene Integration auch darauf ab, dass sich Schülerinnen und Schüler in ihrer Klasse und Schule sozial integriert und zugehörig fühlen. Diese Aspekte hängen eng mit dem sozialen und individuellen Lernverhalten von Schülerinnen und Schülern zusammen und können die Kompetenzentwicklung positiv beeinflussen (Roeser, Eccles & Sameroff, 2000). Um die Lernsituation von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Zuwanderungshintergrund umfassender zu beschreiben, werden Merkmale der sozioemotionalen Integration wie beispielsweise die soziale Eingebundenheit und die Schulzufriedenheit zunehmend auch im Bildungsmonitoring untersucht (z. B. Haag, Böhme, Rjosk & Stanat, 2016; Rjosk, Haag, Heppt & Stanat, 2017).

Im vorliegenden Kapitel werden die im IQB-Bildungstrend 2018 erfassten Kompetenzen im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik bei Schülerinnen und Schülern aus zugewanderten Familien untersucht und mit den Kompetenzen verglichen, die von Schülerinnen und Schülern ohne Zuwanderungshintergrund erreicht werden. Um Anhaltspunkte dafür zu gewinnen, inwieweit es in den Schulen in der Sekundarstufe I in den

1 Die Beschreibung zuwanderungsbezogener Disparitäten und insbesondere die differenzierte Darstellung von Ergebnissen für einzelne Herkunftsgruppen wird mitunter kritisch betrachtet, weil Kompetenznachteile auf gruppenspezifische Merkmale zurückgeführt würden. Zudem hätten die zuwanderungsbezogenen Kategorisierungen einen ausgrenzenden und stigmatisierenden Effekt und könnten somit der Entwicklung einer Gesellschaft zuwiderlaufen, in der Pluralität Normalität ist (vgl. z. B. Foroutan, 2010). Empirische Befunde von zuwanderungsbezogenen Disparitäten sind jedoch notwendig, um bestehende Benachteiligungen sichtbar zu machen und eine Grundlage für Bemühungen zu deren Verringerung zu schaffen. Daher wird die Kompetenzentwicklung von Heranwachsenden mit Zuwanderungshintergrund im Bildungssystem fortlaufend beobachtet.

Ländern zwischen den Jahren 2012 und 2018 gelungen ist, zuwanderungsbezogene Disparitäten zu reduzieren, werden zusätzlich Trendanalysen durchgeführt. Betrachtet wird auch, inwieweit sich die zuwanderungsbezogenen Disparitäten auf familiäre Hintergrundmerkmale der Schülerinnen und Schüler (Indikatoren für den sozioökonomischen Status, Bildungshintergrund der Eltern und die zu Hause gesprochene Sprache) zurückführen lassen. Darüber hinaus wird der Frage nachgegangen, ob sich Jugendliche aus zugewanderten Familien und Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund im Jahr 2018 in ihrer sozialen Eingebundenheit in den Klassenkontext und ihrer allgemeinen Schulzufriedenheit unterscheiden. Die soziale Eingebundenheit und die Schulzufriedenheit werden anschließend auch für Schülerinnen und Schüler mit einem Fluchthintergrund untersucht, um Aussagen darüber zu treffen, wie gut die schulische Integration dieser Jugendlichen gelingt. Das Kapitel schließt mit einer zusammenfassenden Diskussion der zentralen Ergebnisse.

Bevor die Befunde zu den im Mittel erreichten Kompetenzen sowie zur sozialen Eingebundenheit und Schulzufriedenheit dargestellt werden, wird zunächst erläutert, anhand welcher Merkmale der Zuwanderungshintergrund erfasst wird. Anschließend werden die Anteile von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern mit Zuwanderungshintergrund in den Ländern im Jahr 2018 sowie ihre Veränderungen gegenüber dem Jahr 2012 beschrieben.

9.2 Erfassung des Zuwanderungshintergrunds

Eine fortlaufende Beobachtung zuwanderungsbezogener Disparitäten erfordert eine konsistente Verwendung von Gruppierungsmerkmalen. Die Bestimmung des Zuwanderungshintergrunds im IQB-Bildungstrend 2018 orientiert sich deshalb am Vorgehen internationaler Schulleistungstudien sowie der bereits durchgeführten IQB-Ländervergleichs- und IQB-Bildungstrendstudien (Gebhardt, Rauch, Mang, Sälzer & Stanat, 2013; Haag et al., 2016; Pöhlmann, Haag & Stanat, 2013; Rauch, Mang, Härtig & Haag, 2016; Rjosk et al., 2017). Um den *Zuwanderungsstatus* bestimmen zu können, wurden die Schülerinnen und Schüler im IQB-Bildungstrend 2018 gebeten, in einem Fragebogen ihr eigenes Geburtsland sowie das ihrer Eltern anzugeben. Für die Auswertung wurden diese Informationen mit den Angaben der Eltern über ihre eigenen Geburtsländer, das Geburtsland ihres Kindes sowie das Geburtsland der Großeltern² des Kindes zusammengeführt. Lagen von den Eltern keine Informationen vor, wurden ausschließlich die Angaben der Schülerinnen und Schüler herangezogen. Dem Vorgehen in den bisherigen IQB-Berichten entsprechend werden im vorliegenden Kapitel folgende Gruppen unterschieden:

2 Das Geburtsland der Großeltern der Jugendlichen wurde ebenfalls erfragt, um die dritte Zuwanderergeneration bestimmen zu können. Nach der gängigen Definition umfasst diese Gruppe in Deutschland geborene Schülerinnen und Schüler mit zwei ebenfalls in Deutschland geborenen Elternteilen und mindestens zwei im Ausland geborenen Großelternanteilen (vgl. Olczyk, Seuring, Will & Zinn, 2016). Da der Anteil von Schülerinnen und Schülern der dritten Zuwanderergeneration sehr gering ist (deutschlandweit 1.6 %), werden die Ergebnisse dieser Gruppe nicht separat aufgeführt, sondern – in Übereinstimmung mit internationalen Studien sowie bisherigen Ländervergleichs- und Bildungstrendstudien des IQB – mit der Gruppe der Schülerinnen und Schüler ohne Zuwanderungshintergrund zusammengefasst.

- *Schülerinnen und Schüler ohne Zuwanderungshintergrund*: beide Eltern sind in Deutschland geboren;
- *Schülerinnen und Schüler mit einem im Ausland geborenen Elternteil*: ein Elternteil ist in Deutschland und der andere Elternteil ist im Ausland geboren;
- *Schülerinnen und Schüler der zweiten Zuwanderergeneration*: beide Elternteile sind im Ausland geboren, die Schülerin oder der Schüler selbst ist in Deutschland geboren;
- *Schülerinnen und Schüler der ersten Zuwanderergeneration*: sowohl beide Elternteile als auch die Schülerin oder der Schüler selbst sind im Ausland geboren. Diese Gruppe umfasst auch Schülerinnen und Schüler mit einer Fluchtbiografie (vgl. Abschnitt 9.7).

Zusätzlich zum allgemeinen Zuwanderungsstatus wurden die Schülerinnen und Schüler im IQB-Bildungstrend 2018 anhand des Geburtslands ihrer Eltern einer *Herkunftsgruppe* zugeordnet (vgl. Walter, 2008), um potenzielle Benachteiligungen³ bestimmter Teilgruppen zu identifizieren. In den Analysen werden die größten Herkunftsgruppen in Deutschland betrachtet und wie folgt definiert:

- *Türkei*: mindestens ein Elternteil ist in der Türkei geboren;
- *Gebiet der ehemaligen Sowjetunion* (im Folgenden kurz: *ehemalige Sowjetunion*): mindestens ein Elternteil ist in Russland oder in einer anderen ehemaligen Sowjetrepublik geboren;
- *Polen*: mindestens ein Elternteil ist in Polen geboren;
- *Gebiet des ehemaligen Jugoslawien* (im Folgenden kurz: *ehemaliges Jugoslawien*): mindestens ein Elternteil ist in Bosnien und Herzegowina, dem Kosovo, Kroatien, Nordmazedonien, Montenegro, Serbien oder Slowenien geboren;
- *arabische Länder*: mindestens ein Elternteil ist in Syrien, dem Irak oder einem anderen Mitgliedsstaat der Arabischen Liga geboren;
- *anderes Land*: mindestens ein Elternteil ist in einem hier nicht genannten Land geboren oder die Eltern sind in zwei unterschiedlichen Ländern im Ausland geboren.

Sowohl für den Zuwanderungsstatus als auch für die Herkunftsgruppen wird zusätzlich jeweils eine Gruppe gebildet, die alle Schülerinnen und Schüler umfasst, für die nicht alle notwendigen Angaben zur Bestimmung des Zuwanderungshintergrundes vorliegen („*nicht zuzuordnen*“). In Ländern, in denen diese Gruppe sehr groß ist, sind die Ergebnisse der in diesem Kapitel berichteten Analysen mit erhöhter Unsicherheit behaftet. Bei einem Anteil von 20 bis 30 Prozent fehlender Werte werden die Ergebnisse daher unter Vorbehalt berichtet, bei einem Anteil von mehr als 30 Prozent wird das jeweilige Land aus den Analysen ausgeschlossen (vgl. Kapitel 3.1). Dies wird in allen länderspezifischen Ergebnisdarstellungen entsprechend gekennzeichnet und betrifft die folgenden Länder:

- Für das Jahr 2018 werden die Ergebnisse der Länder Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Schleswig-Holstein unter Vorbehalt berichtet.
- Für die Veränderungen zwischen den Jahren 2012 und 2018 (Trends) werden die Ergebnisse der Länder Baden-Württemberg, Bayern, Mecklenburg-

3 Der Begriff „Benachteiligung“ wird in diesem Kapitel im beschreibenden Sinne verwendet. Er kennzeichnet, dass sich die Lage einer Gruppe ungünstiger darstellt als die einer anderen Gruppe, ohne dabei eine Annahme über mögliche Ursachen zu treffen.

Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein unter Vorbehalt berichtet.

- Für Hamburg werden in diesem Kapitel keine länderspezifischen Ergebnisse berichtet.

In der Ergebnisdarstellung werden Schülerinnen und Schüler getrennt nach Zuwanderungsstatus und Herkunftsland mit Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund verglichen. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass für einzelne Gruppen mit Zuwanderungshintergrund in den Ländern teilweise sehr geringe Fallzahlen vorliegen und verlässliche Aussagen nicht durchgehend möglich sind. Aus diesem Grund werden einzelne Zuwanderergruppen für ländervergleichende Analysen zu größeren Gruppen zusammengefasst (vgl. Abschnitt 9.4). Dennoch beruhen die Ergebnisse in einigen Ländern aufgrund des geringen Anteils von Jugendlichen aus zugewanderten Familien auf sehr kleinen Stichproben (z. B. in den ostdeutschen Flächenländern). Um diese Einschränkung bei der Einordnung der Befunde berücksichtigen zu können, werden in den Abbildungen daher auch die Stichprobengrößen der einzelnen Gruppen aufgeführt.

9.3 Jugendliche aus zugewanderten Familien und Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund in den Ländern

In diesem Abschnitt wird berichtet, wie hoch der Anteil von Schülerinnen und Schülern aus zugewanderten Familien in der 9. Jahrgangsstufe im Jahr 2018 ist und welche Veränderungen sich seit dem IQB-Ländervergleich 2012 ergeben haben.

9.3.1 Anteile von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern nach Zuwanderungsstatus

In Tabelle 9.1 sind die Anteile der Schülerinnen und Schüler nach Zuwanderungsstatus sowohl für Deutschland insgesamt als auch für die einzelnen Länder dargestellt. Außerdem gibt Tabelle 9.1 an, welcher Anteil der Schülerinnen und Schüler aufgrund von fehlenden Angaben zum eigenen Geburtsland oder zum Geburtsland der Eltern keiner der Gruppen zugeordnet werden kann.

In Deutschland insgesamt ließ sich der Zuwanderungsstatus im IQB-Bildungstrend 2018 von ungefähr 12 Prozent der Schülerinnen und Schüler nicht bestimmen, wobei dieser Anteil zwischen den Ländern erheblich variiert. Dies dürfte vor allem auf die unterschiedlichen Rücklaufquoten für die Fragebögen zurückzuführen sein, die auch durch länderspezifische Regelungen zum Datenschutz bedingt sind (vgl. Kapitel 3.1). In Deutschland insgesamt ist der Anteil fehlender Werte seit dem IQB-Ländervergleich 2012 um 8 Prozentpunkte zurückgegangen. Mit mehr als 10 Prozentpunkten hat sich der Anteil fehlender Werte seit dem Jahr 2012 besonders deutlich in Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Bremen, Mecklenburg-Vorpommern und im Saarland reduziert. Bis auf Bayern und das Saarland dürfte der erhebliche Rückgang im Anteil fehlender Werte vor allem darauf zurückzuführen sein, dass die Bearbeitung des Fragebogens für die Schülerinnen und Schüler in diesen Ländern im IQB-Bildungstrend 2018 verpflichtend war (vgl. Kapitel 3.1), wohingegen die Beantwortung von Fragen zur

Tabelle 9.1: Prozentuale Anteile der Neutklässlerinnen und Neutklässler nach Zuwanderungsstatus in den Ländern im Jahr 2018 und Veränderungen gegenüber 2012

Land	ohne Zuwanderungs-hintergrund		mit Zuwanderungshintergrund								nicht zuzuordnen	
	gültige % (SE)	mit Zuwanderungs-hintergrund insgesamt	ein Elternteil im Ausland geboren		zweite Generation		erste Generation		gültige % (SE)	%	(SE)	+/-
			gültige % (SE)	+/-	gültige % (SE)	+/-	gültige % (SE)	+/-				
Baden-Württemberg ¹	56.8 (1.6)	43.2 (1.6)	14.0	15.7 (0.9)	3.4	20.7 (1.2)	7.7	6.8 (0.6)	2.9	2.5 (0.2)	-13.1	
Bayern ¹	71.1 (1.9)	28.9 (1.9)	4.1	11.7 (0.8)	1.3	11.9 (1.1)	1.7	5.4 (0.8)	1.1	12.7 (1.6)	-10.6	
Brandenburg	87.9 (0.8)	12.1 (0.8)	3.9	5.1 (0.5)	-0.3	2.4 (0.3)	1.3	4.6 (0.6)	2.9	2.6 (0.4)	-6.1	
Hessen	55.3 (1.4)	44.7 (1.4)	8.3	14.8 (0.7)	2.0	20.3 (1.1)	2.1	9.6 (1.2)	4.2	5.1 (1.4)	-4.9	
Mecklenburg-Vorpommern ¹	90.6 (1.0)	9.4 (1.0)	1.5	3.1 (0.5)	-0.6	1.8 (0.3)	0.5	4.5 (0.7)	1.6	2.8 (0.5)	-19.9	
Niedersachsen	66.5 (2.4)	33.5 (2.4)	10.5	11.6 (1.0)	2.7	14.1 (1.2)	3.4	7.8 (1.7)	4.4	2.7 (0.5)	-3.9	
Nordrhein-Westfalen ^{1,2}	61.3 (1.5)	38.7 (1.5)	5.0	14.2 (0.8)	2.4	18.7 (1.0)	1.1	5.8 (0.8)	1.4	19.6 (1.7)	-2.4	
Rheinland-Pfalz ^{1,2}	66.2 (1.6)	33.8 (1.6)	8.7	12.0 (0.8)	1.7	15.6 (1.3)	4.1	6.2 (0.5)	2.8	16.9 (1.6)	-5.5	
Sachsen	88.4 (1.1)	11.6 (1.1)	1.6	5.3 (0.6)	-0.3	2.6 (0.4)	1.2	3.6 (0.6)	0.7	13.8 (1.6)	-3.5	
Sachsen-Anhalt	87.3 (1.5)	12.7 (1.5)	5.7	4.8 (0.6)	0.9	2.8 (0.4)	1.5	5.1 (1.0)	3.3	3.0 (0.3)	-7.1	
Schleswig-Holstein ^{1,2}	77.7 (0.9)	22.3 (0.9)	5.1	9.8 (0.8)	1.8	7.8 (0.7)	1.0	4.7 (0.6)	2.3	24.9 (2.4)	-1.6	
Thüringen	89.9 (0.9)	10.1 (0.9)	2.3	3.8 (0.3)	-1.0	2.4 (0.4)	1.0	3.9 (0.7)	2.3	2.6 (0.4)	-5.1	
Berlin	52.9 (1.6)	47.1 (1.6)	-	19.3 (0.8)	-	18.4 (1.2)	-	9.4 (0.8)	-	5.1 (0.3)	-41.6	
Bremen	50.1 (2.2)	49.9 (2.2)	-	15.4 (1.1)	-	24.6 (2.0)	-	9.8 (0.6)	-	4.3 (1.1)	-48.8	
Saarland ²	67.0 (1.7)	33.0 (1.7)	-	11.3 (1.0)	-	13.9 (1.1)	-	7.8 (0.9)	-	23.5 (2.1)	-26.4	
Deutschland	66.4 (0.6)	33.6 (0.6)	6.8	12.4 (0.3)	1.9	14.8 (0.4)	2.5	6.4 (0.4)	2.4	11.5 (0.5)	-8.1	

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Summe der Prozente minimal von 100 abweichen. Gültige % = Prozentangaben beruhen nur auf Angaben der Jugendlichen, die eindeutig zuzuordnen sind. SE = Standardfehler; +/- = Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012.

Zweite Generation: beide Elternteile sind im Ausland geboren, die Schülerin bzw. der Schüler selbst ist in Deutschland geboren; erste Generation: sowohl beide Elternteile als auch die Schülerin bzw. der Schüler sind im Ausland geboren.

¹ Die Befunde stehen für das Jahr 2012 und für Trendanalysen aufgrund eines Anteils von 20-30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

² Die Befunde stehen für das Jahr 2018 und für Trendanalysen aufgrund eines Anteils von 20-30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

Für Berlin, Bremen und das Saarland können nur für das Jahr 2018 Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Für das Land Hamburg können keine Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1). Fett gedruckte Werte sind statistisch signifikant ($p < .05$).

Bestimmung des Zuwanderungshintergrundes im Jahr 2012 in den genannten Ländern freiwillig erfolgte.

Betrachtet man die Schülerinnen und Schüler, deren Zuwanderungsstatus bestimmt werden kann (im linken Tabellenbereich), liegt der Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler mit Zuwanderungshintergrund in Deutschland bei insgesamt 34 Prozent und hat sich seit dem Jahr 2012 signifikant um etwa 7 Prozentpunkte erhöht. Mit über 40 Prozent fällt der Anteil von Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund in Baden-Württemberg, Berlin, Bremen und Hessen am höchsten aus. Ein hoher Anteil von Schülerinnen und Schülern aus zugewanderten Familien ist also zunehmend nicht mehr nur in den Stadtstaaten anzutreffen, sondern auch in einigen Flächenländern. Besonders deutliche Zuwächse mit mehr als 10 Prozentpunkten sind in Baden-Württemberg und Niedersachsen zu beobachten. In Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Thüringen hingegen blieb der Anteil an Heranwachsenden mit einem Zuwanderungshintergrund stabil.

Der Großteil der Schülerinnen und Schüler aus zugewanderten Familien ist in Deutschland geboren (bundesweit: ein Elternteil im Ausland geboren: 12 %, zweite Generation: 15 %) und dürfte damit die gesamte Schulzeit im deutschen Bildungssystem verbracht haben. Mit mindestens 20 Prozent fällt der Anteil von Jugendlichen der zweiten Generation in Baden-Württemberg, Bremen und Hessen besonders hoch aus.

Zur ersten Zuwanderergeneration sind im Jahr 2018 in Deutschland insgesamt 6 Prozent der Jugendlichen zu zählen. Auch dieser Anteil hat sich seit dem Jahr 2012 bundesweit um etwas mehr als 2 Prozentpunkte erhöht. Insgesamt ist ein Viertel (26 %) der Schülerinnen und Schüler der ersten Generation nach Angaben der Schulleitungen beziehungsweise nach eigenen Angaben im Jahr 2014 oder später als Geflüchtete nach Deutschland gekommen (vgl. Abschnitt 9.7).⁴ Der Anteil von Jugendlichen der ersten Generation fällt in Berlin, Bremen und Hessen mit fast 10 Prozent am höchsten aus und liegt signifikant über dem Bundesdurchschnitt, während er in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen mit 4 bis 5 Prozent am niedrigsten ist und signifikant unter dem Bundesdurchschnitt liegt.

In den meisten Ländern ist, ähnlich wie im bundesweiten Trend, ein signifikanter Anstieg von Jugendlichen der ersten Generation zu verzeichnen. Dieser liegt in allen Ländern zwischen 2 und 4 Prozentpunkten, somit sind die Länderunterschiede insgesamt nicht sehr groß.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass neu zugewanderte Schülerinnen und Schüler von der Teilnahme am IQB-Bildungstrend ausgeschlossen wurden, wenn ihre Muttersprache nicht Deutsch ist, sie zum Stichtag (23.04.2018) weniger als ein Jahr in deutscher Sprache unterrichtet wurden und nicht in der Lage waren, Deutsch zu lesen oder zu sprechen (vgl. Kapitel 3.1).

4 Der Anteil von Jugendlichen mit Fluchthintergrund ist insgesamt etwas höher (vgl. Abschnitt 9.7), da für etwa 23 Prozent der geflüchteten Schülerinnen und Schüler keine Angaben über die Eltern vorliegen. Da der Zuwanderungsstatus deshalb nicht eindeutig bestimmt werden kann, werden diese Jugendlichen hier der Gruppe „nicht zuzuordnen“ zugewiesen. In Abschnitt 9.7 werden zur Bestimmung des Fluchthintergrundes hingegen auch Angaben der Schulen zu den Schülerinnen und Schülern verwendet.

9.4 Kompetenzen von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern

9.4.1 Kompetenzen von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern nach Zuwanderungsstatus

In diesem Abschnitt wird für das Fach Mathematik und für die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik berichtet, welches Kompetenzniveau Jugendliche aus zugewanderten Familien im Vergleich zu Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund im Jahr 2018 durchschnittlich in der 9. Jahrgangsstufe erreichen und wie sich die Kompetenzen zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Die Ergebnisse werden für Deutschland insgesamt nach Zuwanderungsstatus berichtet. Hierbei werden die folgenden Gruppen unterschieden: Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil, Jugendliche der zweiten Zuwanderergeneration und Jugendliche der ersten Zuwanderergeneration. Anschließend werden die in den Jahren 2012 und 2018 erreichten Kompetenzen in jedem Kompetenzbereich auf Länderebene beschrieben. Da die Fallzahlen zugewandelter Schülerinnen und Schüler der ersten Generation innerhalb der meisten Länder für tragfähige Auswertungen zu klein sind, werden in den länderspezifischen Analysen die erste und zweite Generation zur Gruppe *beide Elternteile im Ausland geboren* zusammengefasst. Zusätzlich wird sowohl für die Analysen auf Bundesebene als auch für die länderspezifischen Analysen jeweils grafisch veranschaulicht, inwieweit die von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund und mit Zuwanderungshintergrund durchschnittlich erreichten Kompetenzen im Jahr 2018 vom bundesweiten Gesamtmittelwert abweichen und wie sich die Kompetenzwerte seit dem Jahr 2012 verändert haben.

In Abbildungen zu Trendanalysen werden für die Jahre 2012 und 2018 die Stichprobengrößen (N), die im Mittel erreichten Kompetenzwerte (M), die Standardfehler der Mittelwerte (SE) und die Standardabweichungen der Kompetenzwerte (SD) angegeben. Für beide Erhebungszeitpunkte wird außerdem berichtet, ob sich die Mittelwerte der Schülerinnen und Schüler vom deutschen Gesamtmittelwert unterscheiden (hochgestelltes „a“) und ob die Mittelwerte der Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund von den Mittelwerten der Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund abweichen (hochgestelltes „b“). Die Abweichungen der einzelnen Gruppen vom deutschen Gesamtmittelwert werden in der ersten Grafik veranschaulicht.

Zudem werden Veränderungen der im Durchschnitt erreichten Kompetenzen *innerhalb* jeder Schülergruppe zwischen den Erhebungszeitpunkten berichtet. Die Veränderungen in den Kompetenzwerten (ΔM) sowie ihre Standardfehler (SE) werden in Punkten auf der Berichtsmetrik angegeben. Zusätzlich wird die standardisierte Mittelwertsdifferenz (d) dargestellt. Dies wird in der zweiten Grafik veranschaulicht. Außerdem wird geprüft, ob sich die Disparitäten in Deutschland und gegebenenfalls innerhalb der Länder signifikant verändert haben. Dies ist der Fall, wenn sich die Veränderungen für Schülerinnen und Schüler ohne Zuwanderungshintergrund signifikant von den Veränderungen für Schülerinnen und Schüler aus zugewanderten Familien unterscheiden (hochgestelltes „b“ in der Spalte ΔM). Einige Abbildungen und Tabellen sind im Text durch den Zusatz „web“ gekennzeichnet und können auf der Webseite des IQB als Zusatzmaterial abgerufen werden.

Erreichte Kompetenzen im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik von Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund in Deutschland insgesamt

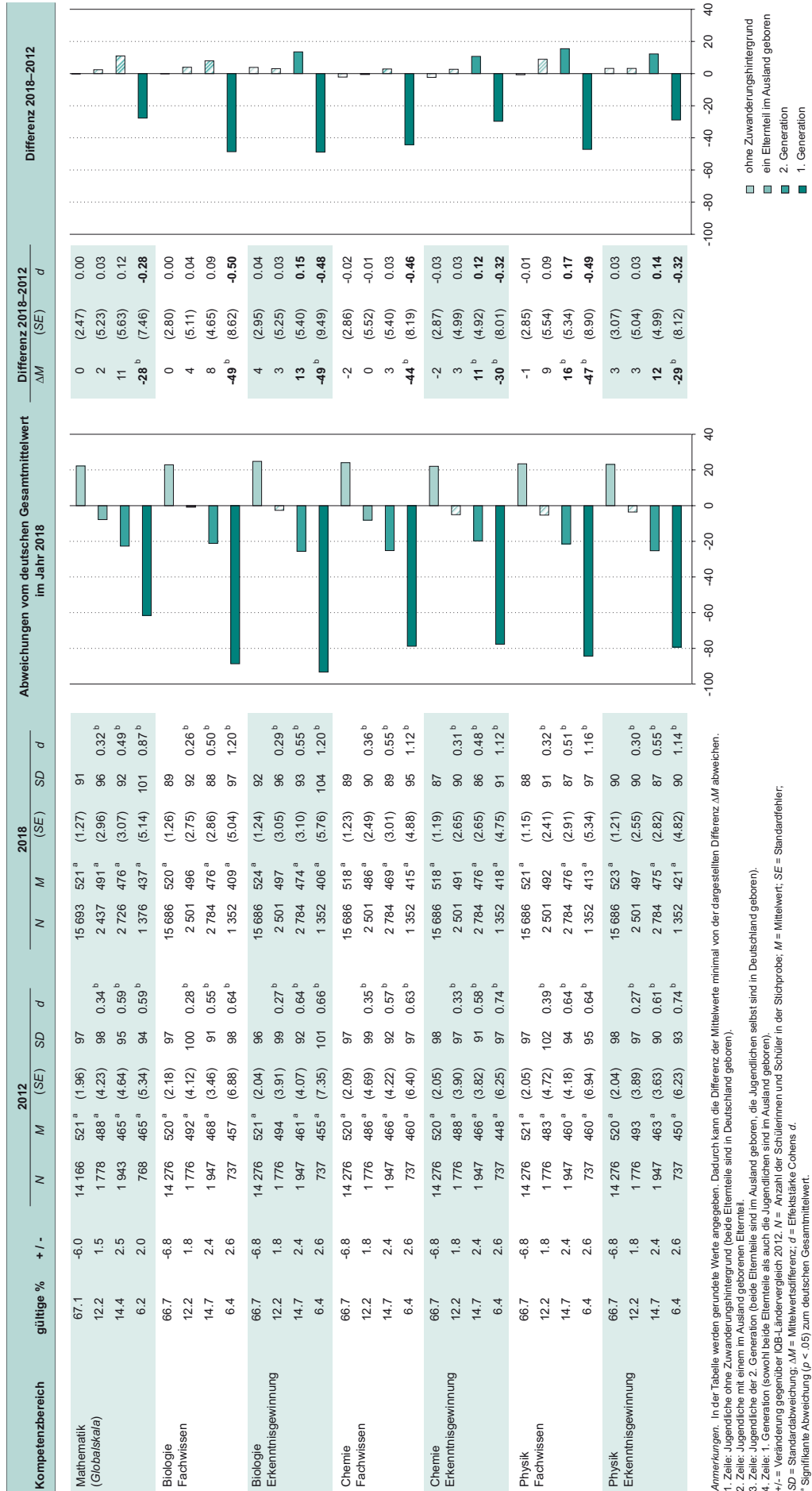
In Abbildung 9.1 ist differenziert nach Zuwanderungsstatus dargestellt, welches Kompetenzniveau Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in Deutschland insgesamt auf der Globalskala im Fach Mathematik und in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Biologie, Chemie und Physik in den Jahren 2012 und 2018 erreichen.

Im Jahr 2018 bestehen für alle betrachteten Gruppen ausgeprägte zuwanderungsbezogene Disparitäten. Schülerinnen und Schüler aus zugewanderten Familien erreichen in allen sieben Kompetenzbereichen im Durchschnitt signifikant geringere Kompetenzen als Schülerinnen und Schüler ohne Zuwanderungshintergrund. Diese Unterschiede sind bei Jugendlichen der ersten Generation, die selbst mit ihren Eltern oder auch allein nach Deutschland zugewandert sind, durchgängig am stärksten ausgeprägt. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass ein Teil dieser Schülerinnen und Schüler nicht die gesamte Schullaufbahn in Deutschland verbracht hat. Bei Jugendlichen mit Fluchthintergrund, die etwa ein Viertel der Jugendlichen der ersten Generation ausmachen, ist dieser Zeitraum besonders kurz und beträgt im Durchschnitt weniger als drei Jahre (vgl. Abschnitt 9.7). Die Lernzeit innerhalb des deutschen Bildungssystems ist bei Schülerinnen und Schülern der ersten Generation also in der Regel deutlich geringer als bei Schülerinnen und Schülern der zweiten Generation, die in Deutschland geboren sind. Zwar sind die Kompetenznachteile der zweiten Zuwanderergeneration gegenüber Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund ebenfalls deutlich. Sie fallen aber im Vergleich zur ersten Zuwanderergeneration in den meisten Fächern halb so groß oder kleiner aus, was als Hinweis auf gelingende Integrationsprozesse gedeutet werden kann. Schülerinnen und Schüler mit einem im Ausland geborenen Elternteil weisen durchgängig die geringsten Nachteile auf.

Besonders große Veränderungen in den durchschnittlich erreichten Kompetenzen zeigen sich für Jugendliche der ersten Generation, die alleine oder mit ihren Eltern nach Deutschland zugewandert sind. Diese Jugendlichen erreichen im Jahr 2018 in allen Kompetenzbereichen deutlich geringere Leistungen als im Jahr 2012. In den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie (jeweils –49 Punkte), im *Fachwissen* im Fach Chemie (–44 Punkte) und im *Fachwissen* im Fach Physik (–47 Punkte) sind die ungünstigen Veränderungen am größten. Weniger ausgeprägte Kompetenzeinbußen sind in Mathematik (–27 Punkte) sowie im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Chemie (–30 Punkte) beziehungsweise Physik (–29 Punkte) zu verzeichnen. Unter Berücksichtigung eines angenommenen jährlichen Lernzuwachses von durchschnittlich 50 Punkten im Fach Mathematik, 20 beziehungsweise 35 Punkten in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie sowie etwa 35 Punkten in Chemie und 25 Punkten in Physik, variieren die Kompetenznachteile gegenüber Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund zwischen einem halben Schuljahr (Mathematik) und zwei Schuljahren (*Fachwissen* in den Fächern Biologie und Physik; vgl. Kapitel 6.2).

Für Jugendliche der zweiten Generation sind hingegen positive Veränderungen seit dem IQB-Ländervergleich 2012 zu beobachten, die sich in den naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen *Fachwissen* im Fach Physik (+12 Punkte) so-

Abbildung 9.1: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen nach Zuwanderungsstatus in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich und Abweichungen vom deutschen Gesamtmittelwert im Fach Mathematik und für jeden Kompetenzbereich in den naturwissenschaftlichen Fächern im Jahr 2018 in Deutschland



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen.

1. Zeile: Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund (beide Elternteile sind in Deutschland geboren).

2. Zeile: Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil.

3. Zeile: Jugendliche der 2. Generation (beide Elternteile sind im Ausland geboren, die Jugendlichen selbst sind in Deutschland geboren).

4. Zeile: 1. Generation (sowohl beide Elternteile als auch die Jugendlichen sind im Ausland geboren).

+/- = Veränderung gegenüber IGB-Ländervergleich 2012. N = Anzahl der Schülerinnen und Schüler in der Stichprobe, M = Mittelwert, SE = Standardfehler, SD = Standardabweichung, ΔM = Mittelwertsdifferenz, d = Effektstärke Cohens d.

* Signifikante Abweichung ($p < .05$) zum deutschen Gesamtmittelwert.

^a Signifikante Differenz ($p < .05$) zu Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund.

Fett gedruckte Werte sind statistisch signifikant ($p < .05$).

Schraffierte Balken zeigen statistisch nicht signifikante Differenzen an.

wie *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Biologie (+13 Punkte) sowie Chemie (+11 Punkte) und Physik (+15 Punkte) als signifikant erweisen. Bei Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil sind die im Durchschnitt erreichten Kompetenzen im Untersuchungszeitraum von sechs Jahren wie für Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund in allen Kompetenzbereichen stabil geblieben.

Da für Jugendliche der ersten Zuwanderergeneration zwischen den Jahren 2012 und 2018 in allen untersuchten Kompetenzbereichen ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen ist, während sich die durchschnittlich erreichten Kompetenzen von Heranwachsenden ohne Zuwanderungshintergrund nicht veränderten, haben sich auch die zuwanderungsbezogenen Disparitäten für Jugendliche der ersten Generation in allen Kompetenzbereichen zwischen den Jahren 2012 und 2018 signifikant verstärkt (siehe hochgestelltes „b“ in der Spalte ΔM). Diese ungünstigen Veränderungen entsprechen im Fach Mathematik einem durchschnittlichen Lernzuwachs von ungefähr einem halben Schuljahr und in den naturwissenschaftlichen Fächern zwischen einem Schuljahr (*Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Chemie und Physik) und knapp zwei Schuljahren (Biologie).⁵

Für Jugendliche der zweiten Generation haben sich die Disparitäten in den Kompetenzbereichen *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie und *Fachwissen* im Fach Physik hingegen signifikant verringert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Jugendliche der zweiten Generation im Jahr 2018 in diesen Kompetenzbereichen deutlich bessere Ergebnisse erzielen als im Jahr 2012, wohingegen sich die Kompetenzen von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund zwischen den Erhebungszeitpunkten nicht bedeutsam verändert haben. Zwischen Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil und Schülerinnen und Schülern ohne Zuwanderungshintergrund sind die Disparitäten stabil geblieben.

Erreichte Kompetenzen im Fach Mathematik nach Zuwanderungsstatus in den Ländern

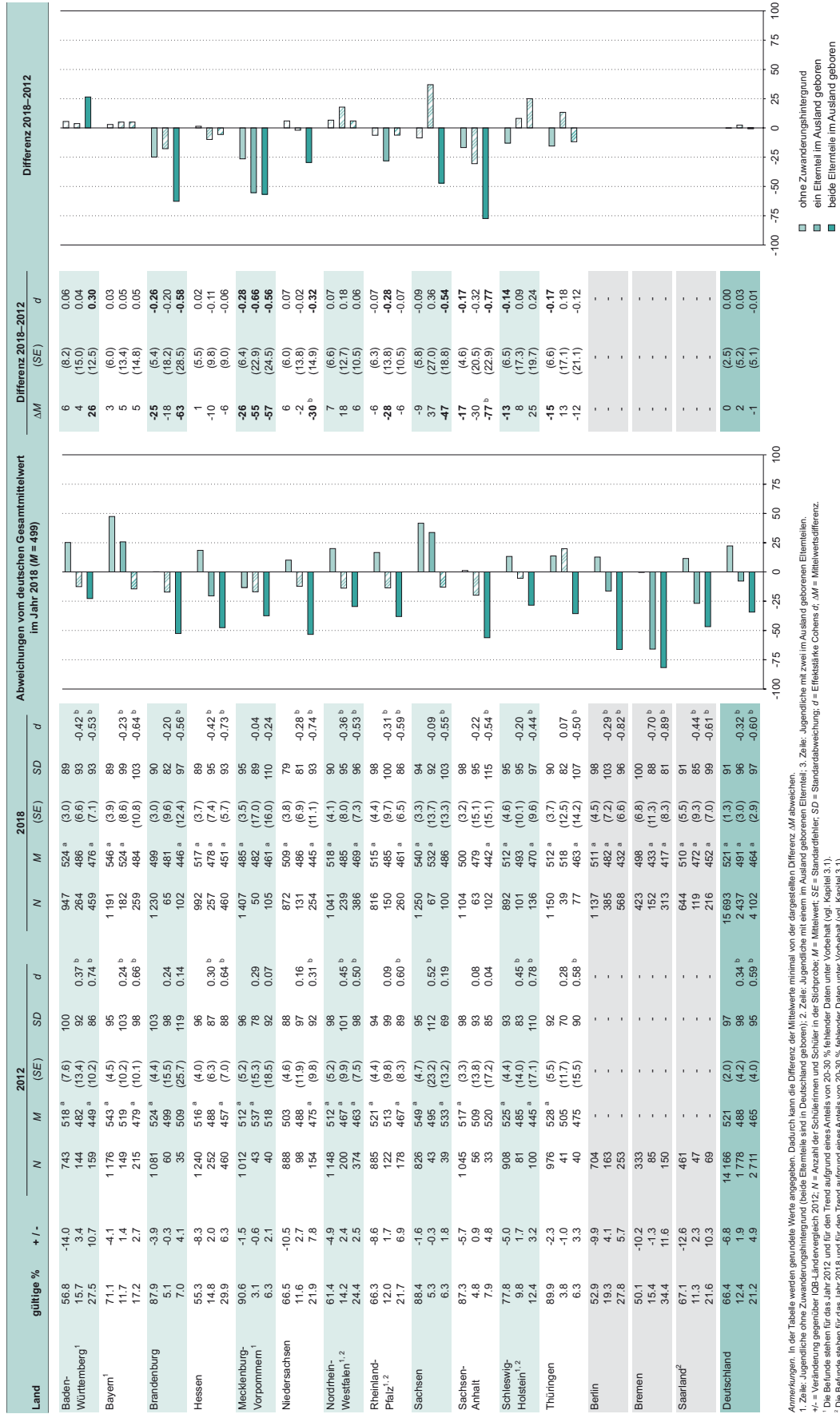
Abbildung 9.2 zeigt, dass im Jahr 2018 im Fach Mathematik erhebliche zuwanderungsbezogene Disparitäten im Kompetenzerwerb bestehen. Der Abstand zwischen Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund und Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen liegt in Deutschland insgesamt bei 57 Punkten.

Im Ländervergleich wird deutlich, dass die Mittelwertsunterschiede zwischen Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen und Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund im Jahr 2018 in allen Ländern mit Ausnahme von Mecklenburg-Vorpommern statistisch signifikant sind. Die Unterschiede variieren zwischen den Ländern erheblich und fallen in Bremen (81 Punkte) am höchsten und in Mecklenburg-Vorpommern (24 Punkte) am niedrigsten aus.

Die Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler mit einem im Ausland und einem in Deutschland geborenen Elternteil im Fach Mathematik im Durchschnitt erzielen, unterscheiden sich in den ostdeutschen Flächenländern und in Schleswig-Holstein nicht signifikant von den durchschnittlichen Kompetenzen, die Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund erreichen. Hingegen fallen die Disparitäten in Bremen mit 66 Punkten am stärksten aus. Auch in Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Brandenburg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und im Saarland erreichen Jugendliche mit einem im Ausland

⁵ Zu berücksichtigen ist dabei allerdings, dass die Veränderungen in den Disparitäten ohne Jugendliche mit einem Fluchthintergrund teilweise nicht statistisch bedeutsam ausfallen.

Abbildung 9.2: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen sowie Gruppenunterschiede im Fach Mathematik (*Global skala*) nach Zuwanderungsstatus und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich sowie Abweichungen vom deutschen Gesamtmittelwert im Jahr 2018



Anmerkungen: In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen.

1. Zeile: Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund (beide Elternteile sind in Deutschland geboren); 2. Zeile: Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil; 3. Zeile: Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen.

^a +/- = Veränderung gegenüber GB-Landvergleich 2012; N = Anzahl der Schülerinnen und Schüler in der Stichprobe; M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung; d = Effektstärke Cohens d; ΔM = Mittelwertsdifferenz.

^b Die Befunde stehen für das Jahr 2012 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorebehalt (vgl. Kapitel 3.1).

^c Signifikante Differenz ($p < .05$) zum deutschen Gesamtmittelwert.

^d Signifikante Differenz ($p < .05$) zu Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund.

^e Die Befunde stehen für das Jahr 2012 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorebehalt (vgl. Kapitel 3.1).

Für Berlin, Bremen und das Saarland können nur für das Jahr 2018 Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Für das Land Hamburg können keine Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

geborenen Elternteil Kompetenzen, die zwischen 22 bis 39 Punkte unterhalb der Kompetenzwerte liegen, die von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund erzielt werden.

Bundesweit ergeben sich für die drei Gruppen (Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund, Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil, Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen) keine signifikanten Veränderungen zwischen den im Jahr 2012 und den im Jahr 2018 im Durchschnitt erreichten Kompetenzen im Fach Mathematik. In einigen Ländern sind allerdings ungünstige Veränderungen zu beobachten. Für Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund sind überwiegend in den ostdeutschen Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen sowie in Schleswig-Holstein negative Veränderungen zwischen 13 und 26 Punkten zu verzeichnen. Auch für Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen sind seit dem Jahr 2012 primär in den ostdeutschen Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt sowie in Niedersachsen ungünstige Veränderungen zwischen 30 und 77 Punkten zu beobachten. Eine Ausnahme vom bundesweiten Trend und von den ungünstigen Entwicklungen in einigen Ländern bildet Baden-Württemberg, wo für Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen ein positiver Trend (+26 Punkte) festzustellen ist. Baden-Württemberg weist im bundesweiten Vergleich nach Bremen den höchsten Anteil und den stärksten Zuwachs an Jugendlichen der zweiten Zuwanderergeneration auf, und der Anteil von Jugendlichen der ersten Zuwanderergeneration liegt hier ebenfalls deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt. Der positive Trend im Fach Mathematik könnte daher auf gelingende Strategien zur schulischen Integration von Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen hinweisen.

Für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil sind die Kompetenzen im Fach Mathematik in nahezu allen Ländern entsprechend den bundesweiten Ergebnissen stabil geblieben. Lediglich in Mecklenburg-Vorpommern (–55 Punkte) und Rheinland-Pfalz (–28 Punkte) haben sich die Kompetenzwerte für diese Gruppe signifikant verringert.

Die Disparitäten zwischen den Zuwanderungsgruppen sind sowohl in Deutschland insgesamt als auch in nahezu allen Ländern seit dem IQB-Ländervergleich 2012 weitgehend konstant geblieben. Nur in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt haben sich die Unterschiede in den erreichten Kompetenzen zwischen Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund und Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen verstärkt.

Erreichte Kompetenzen in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie nach Zuwanderungsstatus in den Ländern

Im Fach Biologie sind im Jahr 2018 in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* bundesweit ebenfalls deutliche Kompetenznachteile für Schülerinnen und Schüler aus zugewanderten Familien festzustellen (vgl. Abb. 9.3 und Abb. 9.4).

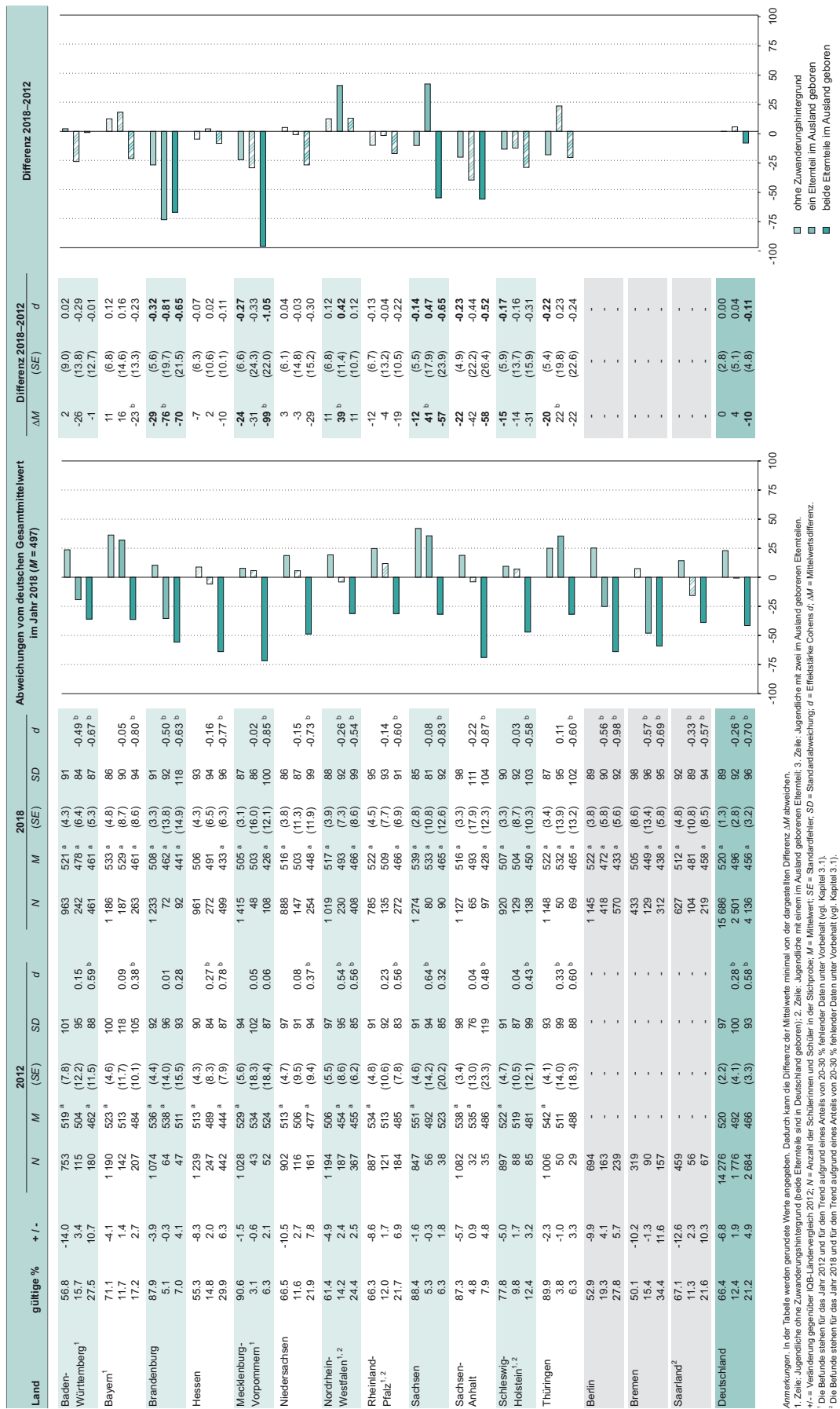
In den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* liegen die Kompetenzen von Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen im Jahr 2018 im Durchschnitt 64 Punkte beziehungsweise 71 Punkte und für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil 24 Punkte beziehungsweise 27 Punkte unter denen von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund.

Entsprechend den bundesweiten Ergebnissen unterscheiden sich die Kompetenzen von Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen in allen Ländern in beiden Kompetenzbereichen bedeutsam von denen, die Heranwachsende ohne Zuwanderungshintergrund im Jahr 2018 erreichen. Besonders ausgeprägt sind die Disparitäten sowohl im Bereich *Fachwissen* als auch im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Berlin (89 Punkte bzw. 95 Punkte) und Sachsen-Anhalt (88 Punkte bzw. 104 Punkte), die geringsten Disparitäten sind in Nordrhein-Westfalen (50 Punkte bzw. 56 Punkte) festzustellen. Bei Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil fallen die Kompetenzunterschiede in den einzelnen Ländern, ähnlich wie auf Bundesebene, sowohl im Bereich *Fachwissen* als auch im Bereich *Erkenntnisgewinnung* deutlich geringer aus (maximal 55 Punkte bzw. 67 Punkte in Bremen) und sind in etwa der Hälfte der Länder nicht statistisch signifikant.

Auf Bundesebene sind die im Durchschnitt erreichten Kompetenzen zwischen den Jahren 2012 und 2018 in allen Schülergruppen nahezu stabil geblieben. Lediglich im Bereich *Fachwissen* erzielten Schülerinnen und Schüler mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen im Jahr 2018 signifikant geringere Kompetenzen als im Jahr 2012 (–10 Punkte). Innerhalb der Länder haben sich die erreichten Kompetenzen in einigen Schülergruppen in beiden Kompetenzbereichen jedoch stärker verändert als im bundesweiten Durchschnitt. Im Fach Biologie erreichen Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund im Jahr 2018 in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen durchschnittlich geringere Kompetenzwerte als im Jahr 2012. Am stärksten fällt die Abnahme im Bereich *Fachwissen* in Brandenburg (–29 Punkte) und im Bereich *Erkenntnisgewinnung* in Thüringen (–21 Punkte) aus. Einzig in Baden-Württemberg erreichen Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund im Jahr 2018 bessere Kompetenzwerte im Bereich *Erkenntnisgewinnung* als im Jahr 2012 (+18 Punkte).

Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen erzielten im Fach Biologie im Jahr 2018 im *Fachwissen* entsprechend dem bundesweiten Trend in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt um 57 bis 99 Punkte geringere Kompetenzwerte als im Jahr 2012. Auch im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ist eine signifikante Abnahme um 70 bis 86 Punkte der erreichten Kompetenzen im Jahr 2018 im Vergleich zum Jahr 2012 für diese Schülergruppe nur in den ostdeutschen Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt festzustellen. Zu beachten ist allerdings, dass die Befunde in diesen Ländern auf vergleichsweise kleinen Fallzahlen beruhen. Gleichzeitig könnte dies aber ein Hinweis darauf sein, dass der fachspezifische

Abbildung 9.3: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen sowie Gruppenunterschiede im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Biologie nach Zuwanderungsstatus und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich sowie Abweichungen vom deutschen Gesamtmittelwert im Jahr 2018



Anmerkungen: In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen.

1. Zeile: Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund (beide Elternteile sind in Deutschland geboren); 2. Zeile: Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil; 3. Zeile: Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen.

+/- = Veränderung gegenüber IGB-Ländervergleich 2012; N = Anzahl der Schülerinnen und Schüler in der Stichprobe; M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung; Δ = Effektstärke Cohens d; ΔM = Mittelwertsdifferenz.

* Die Balken stehen für das Jahr 2012 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

* Die Balken stehen für das Jahr 2018 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

* Signifikante Differenz ($p < .05$) zum deutschen Gesamtmittelwert.

* Signifikante Differenz ($p < .05$) zu Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund.

Fett gedruckte Werte sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen statistisch nicht signifikante Differenzen an.

Für Berlin, Bremen und das Saarland können nur für das Jahr 2018 Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Für das Land Hamburg können keine Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Kompetenzerwerb dieser kleinen Schülergruppe in den ostdeutschen Ländern noch nicht optimal gelingt.

Für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil sind innerhalb der Länder nur in Einzelfällen signifikante Veränderungen zwischen den Jahren 2012 und 2018 zu beobachten. Für den Bereich *Fachwissen* ist in Nordrhein-Westfalen (+39 Punkte) und Sachsen (+41 Punkte) ein positiver Trend und in Brandenburg (–76 Punkte) ein negativer Trend zu verzeichnen. Während auch für den Bereich *Erkenntnisgewinnung* einzig in Nordrhein-Westfalen (+44 Punkte) ein positiver Trend zu beobachten ist, haben sich die durchschnittlich erreichten Kompetenzen in Sachsen-Anhalt (–48 Punkte) seit dem Jahr 2012 für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil ungünstig entwickelt.

Der Unterschied zwischen den Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungshintergrund erreichen, und den Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern ohne Zuwanderungshintergrund ist im Verlauf der letzten sechs Jahre in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie bundesweit konstant geblieben. Während dies auch in den meisten Ländern festzustellen ist, hat sich der Abstand im *Fachwissen* in Bayern und Mecklenburg-Vorpommern für Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen und in Brandenburg für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil signifikant vergrößert. In Sachsen und Thüringen haben sich die Disparitäten für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil hingegen signifikant verringert. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* sind die Disparitäten in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt für Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen und in Baden-Württemberg für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil angestiegen, wohingegen sich die Kompetenznachteile von Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil in Nordrhein-Westfalen reduziert haben.

Erreichte Kompetenzen in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie nach Zuwanderungsstatus in den Ländern

Im Fach Chemie sind im Jahr 2018 für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im bundesweiten Durchschnitt ähnliche Befundmuster festzustellen wie im Fach Biologie (vgl. Abb. 9.3 bzw. 9.4). Die Ergebnisse für das Fach Chemie sind in den Abbildungen 9.5 und 9.6 dargestellt. Im Jahr 2018 erreichen Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* um 66 Punkte beziehungsweise 59 Punkte und Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil um 32 Punkte beziehungsweise 27 Punkte geringere Kompetenzwerte als Heranwachsende ohne Zuwanderungshintergrund.

Auch im Fach Chemie sind die Kompetenznachteile bei Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen in allen Ländern signifikant, wobei sie in Sachsen-Anhalt in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* (87 Punkte bzw. 97 Punkte) am stärksten ausfallen. Bei Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil fallen die Kompetenznachteile im Fach Chemie, ähnlich wie im Fach Biologie, in knapp der Hälfte der Länder signifikant aus. Zudem sind sie in dieser Gruppe sowohl im *Fachwissen* als auch im Bereich *Erkenntnisgewinnung* innerhalb der Länder insgesamt geringer ausgeprägt (ma-

Abbildung 9.5: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen sowie Gruppenunterschiede im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Chemie nach Zuwanderungsstatus und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich sowie Abweichungen vom deutschen Gesamtmittelwert im Jahr 2018

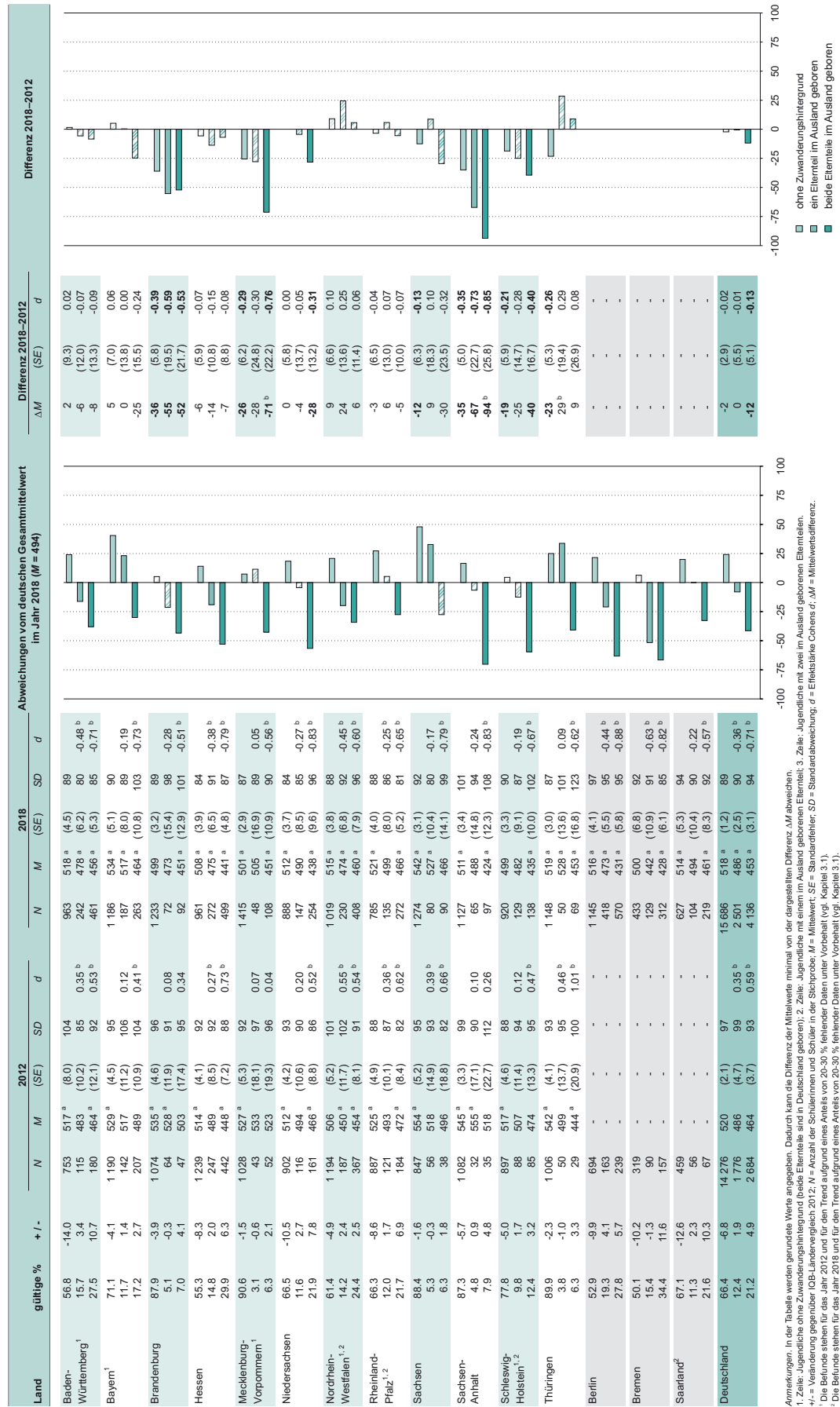
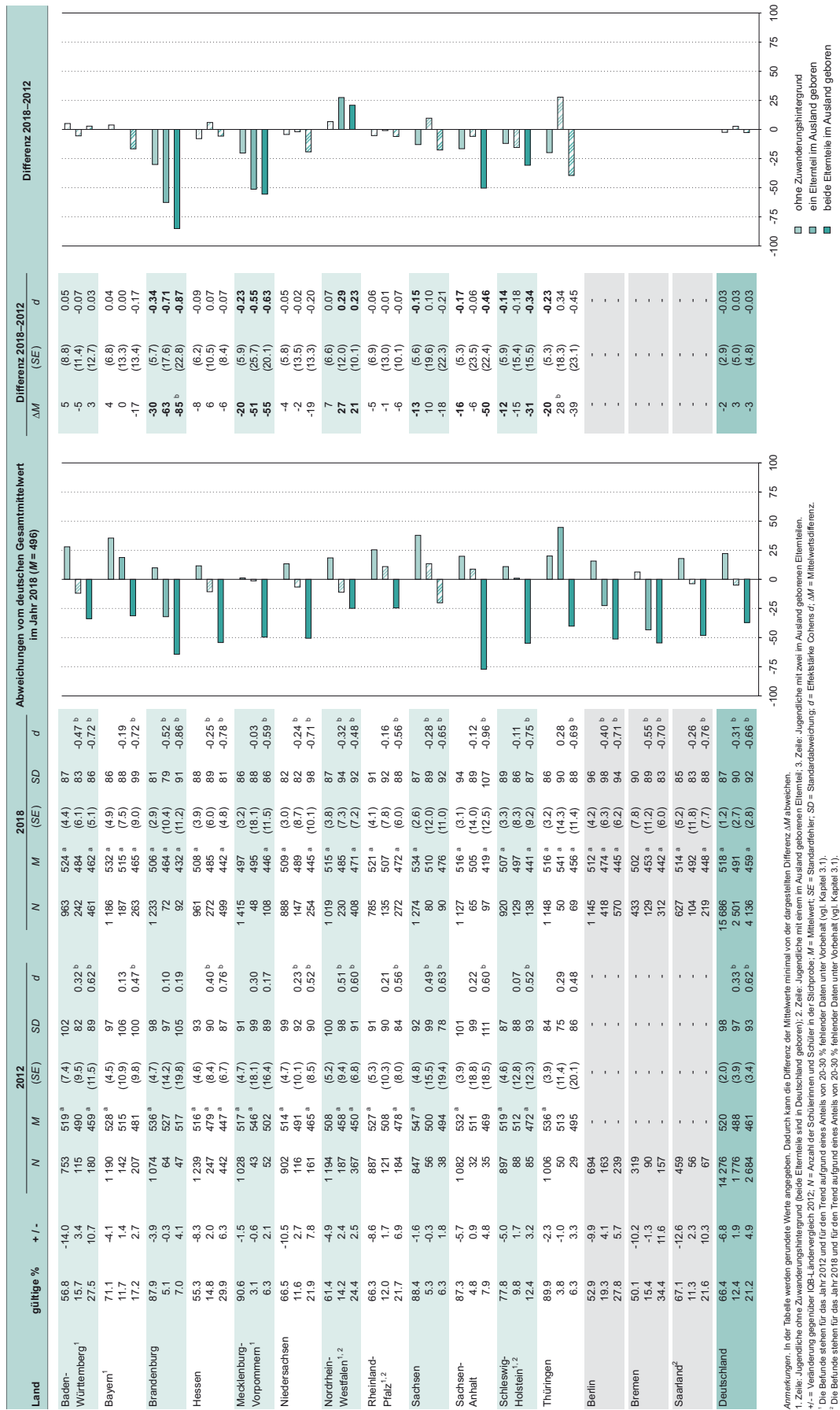


Abbildung 9.6: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen sowie Gruppenunterschiede im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie nach Zuwanderungsstatus und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich sowie Abweichungen vom deutschen Gesamtmittelwert im Jahr 2018



Anmerkungen: In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen.

1. Zeile: Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund (beide Elternteile sind in Deutschland geboren); 2. Zeile: Jugendliche mit einem in Deutschland geborenen Elternteil; 3. Zeile: Jugendliche mit zwei in Deutschland geborenen Elternteilen.

+/- = Veränderung gegenüber IGB-Ländervergleich 2012; N = Anzahl der Schülerinnen und Schüler in der Stichprobe; M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung; d = Effektstärke; Cohens d ; ΔM = Mittelwertsdifferenz.

^a Die Befunde stehen für das Jahr 2018 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

^b Die Befunde stehen für das Jahr 2018 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

* Signifikante Differenz ($p < .05$) zum deutschen Gesamtmittelwert.

** Signifikante Differenz ($p < .05$) zu Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund.

Fett gedruckte Werte sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen den statistischen Unterschied zwischen den Gruppen.

Für Berlin, Bremen und das Saarland können nur für das Jahr 2018 Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Für das Land Hamburg können keine Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

ximal 58 Punkte bzw. 50 Punkte in Bremen) als bei Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen.

In Deutschland insgesamt sind die erreichten Kompetenzen im Fach Chemie seit dem IQB-Ländervergleich 2012, ähnlich wie im Fach Biologie, in allen betrachteten Schülergruppen weitgehend stabil geblieben. Lediglich Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen erreichen im Jahr 2018 signifikant geringere Kompetenzwerte im Bereich *Fachwissen* als im Jahr 2012 (–12 Punkte).

Analog zu den Ergebnissen im Fach Biologie zeigen sich im Fach Chemie auf Länderebene für Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund statistisch bedeutsame ungünstige Kompetenzentwicklungen, die im *Fachwissen* zwischen 12 und 36 Punkten beziehungsweise im Bereich *Erkenntnisgewinnung* zwischen 12 und 30 Punkten betragen und vorwiegend in den ostdeutschen Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen sowie in Schleswig-Holstein zu beobachten sind.

Bei Heranwachsenden mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen sind im Fach Chemie ungünstige Entwicklungen im Bereich *Fachwissen* in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein zu verzeichnen, die zwischen 28 und 94 Punkten betragen. Negative Veränderungen sind bei Jugendlichen mit einem im Ausland und einem in Deutschland geborenen Elternteil lediglich in Brandenburg (–55 Punkte) und Sachsen-Anhalt (–67 Punkte) festzustellen.

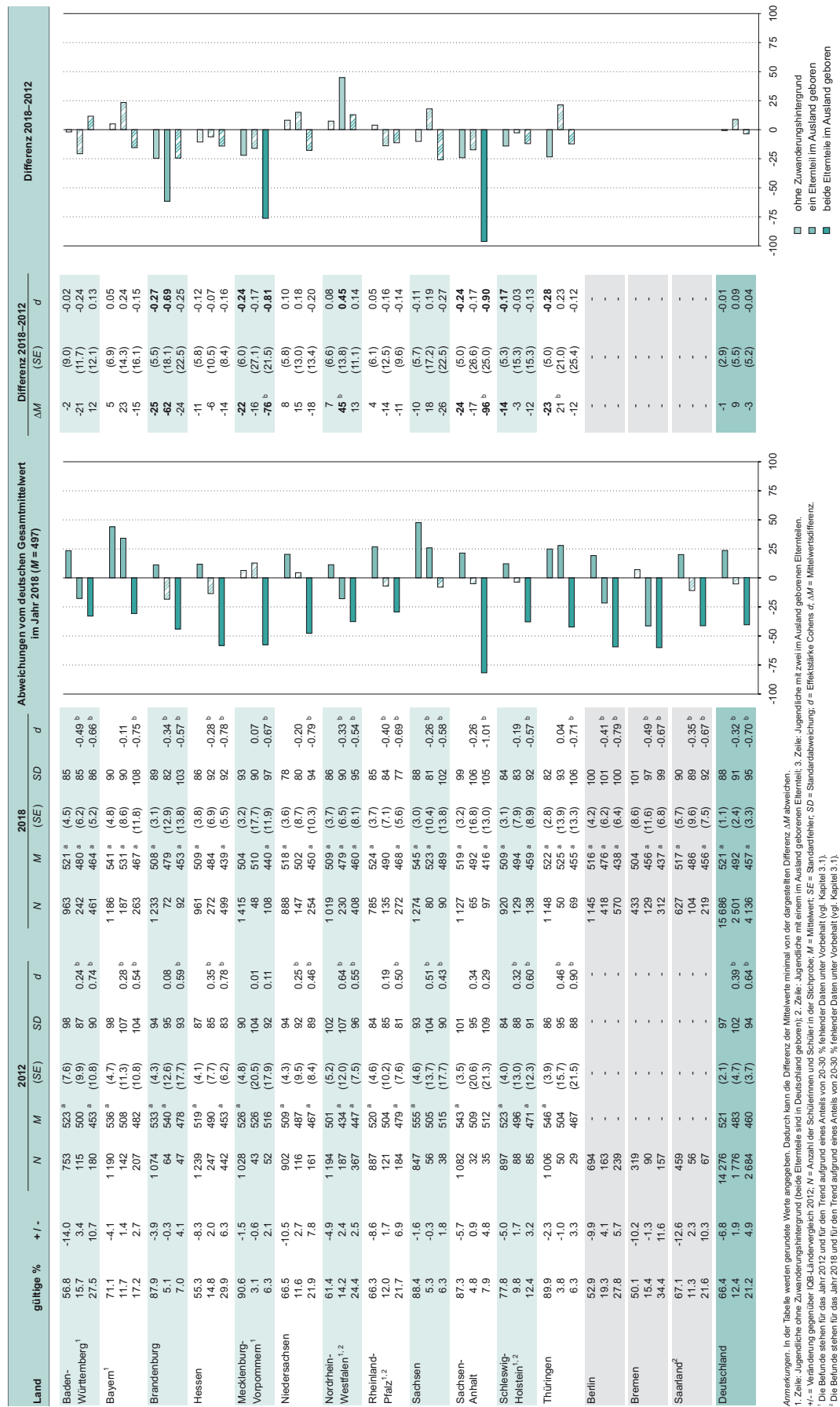
Die zuwanderungsbezogenen Disparitäten sind im Fach Chemie auf Bundesebene und in fast allen Ländern in beiden Kompetenzbereichen seit dem Jahr 2012 konstant geblieben. Lediglich in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt sind die Disparitäten im Bereich *Fachwissen* und in Brandenburg im Bereich *Erkenntnisgewinnung* für Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen angestiegen, wohingegen sie sich in Thüringen für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil in beiden Kompetenzbereichen signifikant reduziert haben.

Erreichte Kompetenzen in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik nach Zuwanderungsstatus in den Ländern

Im Fach Physik entsprechen die zuwanderungsbezogenen Disparitäten im Jahr 2018 in etwa denen, die für die Fächer Biologie und Chemie berichtet wurden (vgl. Abb. 9.3 bis 9.6). Die Ergebnisse für das Fach Physik sind in den Abbildungen 9.7 und 9.8 dargestellt. In Deutschland insgesamt betragen die Kompetenznachteile gegenüber Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund für Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen im Bereich *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* 64 Punkte beziehungsweise 65 Punkte und für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil 29 Punkte beziehungsweise 27 Punkte.

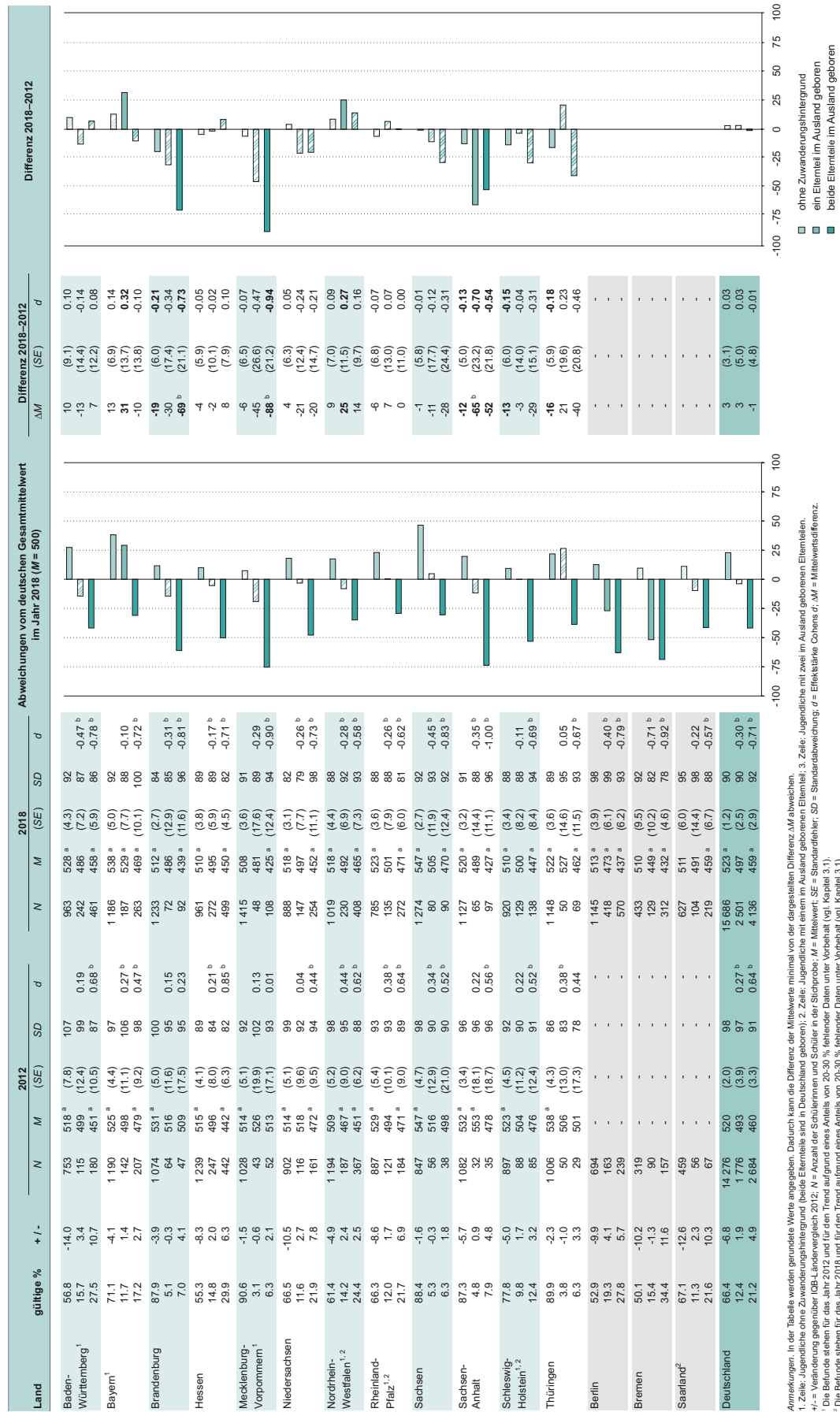
Auch im Fach Physik fallen die Mittelwertsunterschiede für die beiden betrachteten Kompetenzbereiche zwischen Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen und Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund im Jahr 2018 in allen Ländern statistisch signifikant aus und variieren zwischen den Ländern deutlich. Besonders große Kompetenznachteile sind bei Schülerinnen und Schülern mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen im Bereich *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* in Sachsen-Anhalt (103 Punkte

Abbildung 9.7: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen sowie Gruppenunterschiede im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Physik nach Zuwanderungsstatus und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich sowie Abweichungen vom deutschen Gesamtmittelwert im Jahr 2018



Anmerkungen: In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen.
 1. Zeile: Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund (beide Elternteile sind in Deutschland geboren); 2. Zeile: Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil; 3. Zeile: Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen.
 +/– = Veränderung gegenüber IGB-Ländervergleich 2012; N = Anzahl der Schülerinnen und Schüler in der Stichprobe; M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung; d = Effektstärke Cohens d; ΔM = Mittelwertsdifferenz.
^a Die Befunde stehen für das Jahr 2012 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).
^b Die Befunde stehen für das Jahr 2018 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 20–30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).
 * Signifikante Differenz (p < .05) zum deutschen Gesamtmittelwert.
 ** Signifikante Differenz (p < .05) zu Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund.
 Fett gedruckte Werte sind statistisch signifikant (p < .05). Schraffierte Balken zeigen statistisch nicht signifikante Differenzen an.
 Für Berlin, Bremen und das Saarland können nur für das Jahr 2018 Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).
 Für das Land Hamburg können keine Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für weniger als 70 % der Jugendlichen vorliegen (vgl. Kapitel 3.1).

Abbildung 9.8: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen sowie Gruppenunterschiede im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik nach Zuwanderungsstatus und Land in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich sowie Abweichungen vom deutschen Gesamtwert im Jahr 2018



Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen.

1. Zeile: Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund (beide Elternteile sind in Deutschland geboren); 2. Zeile: Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil; 3. Zeile: Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen.

+/- = Veränderung gegenüber IQB-Ländervergleich 2012; N = Anzahl der Schülerinnen und Schüler in der Stichprobe; M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung; d = Effektstärke Cohens d; ΔM = Mittelwertsdifferenz, z. B. Werte, Jugendkulturen ohne Zuwanderungsmittelgrund (keine Lernereine) in Deutschland (keine), z. B. Werte, Jugendkulturen mit einem in Ausland geborenen Elternteil, z. B. Werte, Jugendkulturen mit einem in Ausland geborenen Elternteil, z. B. Werte, Jugendkulturen mit einem in Ausland geborenen Elternteil.

Die Befunde stehen für das Jahr 2012 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 20-30 % fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

² Die Befunde stehen für das Jahr 2018 und für den Trend aufgrund eines Anteils von 2012.

^a Signifikante Differenz ($p < .05$) zum deutschen Gesamtmittelwert.

^a Signifikante Differenz ($p < .05$) zu Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund.

Fett gedruckte Werte sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen statistisch nicht signifikante Differenzen an.

Für Berlin, Bremen und das Saarland können nur für das Jahr 2018 Ergebnisse zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten berichtet werden, da die erforderlichen Informationen für das Jahr 2012 für weniger als 70 % der Bundesländer vorliegen (und somit 24 % der Bundesländer nicht als 70 % der Bundesländer qualifizieren).

bzw. 93 Punkte) festzustellen, die geringsten Disparitäten treten in Nordrhein-Westfalen (49 Punkte bzw. 52 Punkte) auf. Auch die Schülerinnen und Schüler mit einem im Ausland und einem in Deutschland geborenen Elternteil erzielen im Jahr 2018 im Durchschnitt Kompetenzen, die in der Mehrzahl der Länder signifikant unter dem Mittelwert von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund liegen. Besonders ausgeprägt sind die Disparitäten im Bereich *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* in Bremen (48 Punkte bzw. 61 Punkte).

Die im Fach Physik in Deutschland insgesamt erreichten Kompetenzen sind in beiden Kompetenzbereichen im Untersuchungszeitraum von sechs Jahren für alle Schülergruppen stabil geblieben. Innerhalb der Länder sind positive Trends für Jugendliche mit einem in Deutschland und einem im Ausland geborenen Elternteil in Bayern (*Erkenntnisgewinnung*: +31 Punkte) und Nordrhein-Westfalen (*Fachwissen*: +45 Punkte, *Erkenntnisgewinnung*: +25 Punkte) zu beobachten. Darüber hinaus sind auch im Fach Physik in einigen Ländern ungünstige Veränderungen zu verzeichnen, die – wie in den anderen Fächern – überwiegend in ostdeutschen Ländern auftreten. Im *Fachwissen* sind negative Veränderungen bei Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen zu beobachten, die zwischen 14 und 25 Punkten betragen. Bei Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen sind im Jahr 2018 in Mecklenburg-Vorpommern (–76 Punkte) und Sachsen-Anhalt (–96 Punkte) sowie bei Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil in Brandenburg (–62 Punkte) geringere Kompetenzen als im Jahr 2012 festzustellen.

Auch im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ist eine Abnahme der erreichten Kompetenzen für Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund im Umfang von 12 bis 19 Punkten in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen erkennbar. Bei Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen haben sich die erreichten Kompetenzen in Brandenburg (–69 Punkte), Mecklenburg-Vorpommern (–88 Punkte) und Sachsen-Anhalt (–52 Punkte) verringert. Bei Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil ist lediglich in Sachsen-Anhalt ein Kompetenzrückgang zu verzeichnen (–65 Punkte).

Wie in den Fächern Biologie und Chemie sind die Unterschiede zwischen den von Jugendlichen mit und Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund erreichten Kompetenzen auch im Fach Physik in beiden Kompetenzbereichen zwischen den Jahren 2012 und 2018 auf Bundesebene konstant geblieben. Auch innerhalb der einzelnen Länder haben sich die Disparitäten nur in Einzelfällen bedeutsam verändert: Während sich die Kompetenznachteile im Bereich *Fachwissen* bei Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt verstärkt haben, sind sie bei Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil in Nordrhein-Westfalen und Thüringen signifikant zurückgegangen. Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* haben sich die Kompetenznachteile im Vergleich zu Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund für Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern sowie für Jugendliche mit einem im Ausland geborenen Elternteil in Sachsen-Anhalt vergrößert.

9.4.2 Erreichte Kompetenzen von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern verschiedener Herkunftsgruppen

In diesem Abschnitt werden die Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungshintergrund in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern im Durchschnitt im Bildungstrend 2018 erreichen, für die größten Herkunftsgruppen getrennt untersucht. Neben Veränderungen in den im Mittel erreichten Kompetenzständen innerhalb der Herkunftsgruppen werden auch Kompetenzunterschiede zwischen den jeweiligen Herkunftsgruppen und Heranwachsenden ohne Zuwanderungshintergrund und deren Veränderungen zwischen 2012 und 2018 betrachtet. Dies ermöglicht es, besondere Benachteiligungen der einzelnen Gruppen von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund und deren Veränderungen über die Zeit zu identifizieren (vgl. Abschnitt 9.2). In den Analysen werden insgesamt sechs Herkunftsregionen unterschieden, aus denen in den Jahren 2012 und 2018 die größten Zuwanderergruppen in Deutschland stammten: *Türkei, ehemalige Sowjetunion, Polen, ehemaliges Jugoslawien, arabische Länder* und für die übrigen Regionen die Gruppe *anderes Land*.⁶

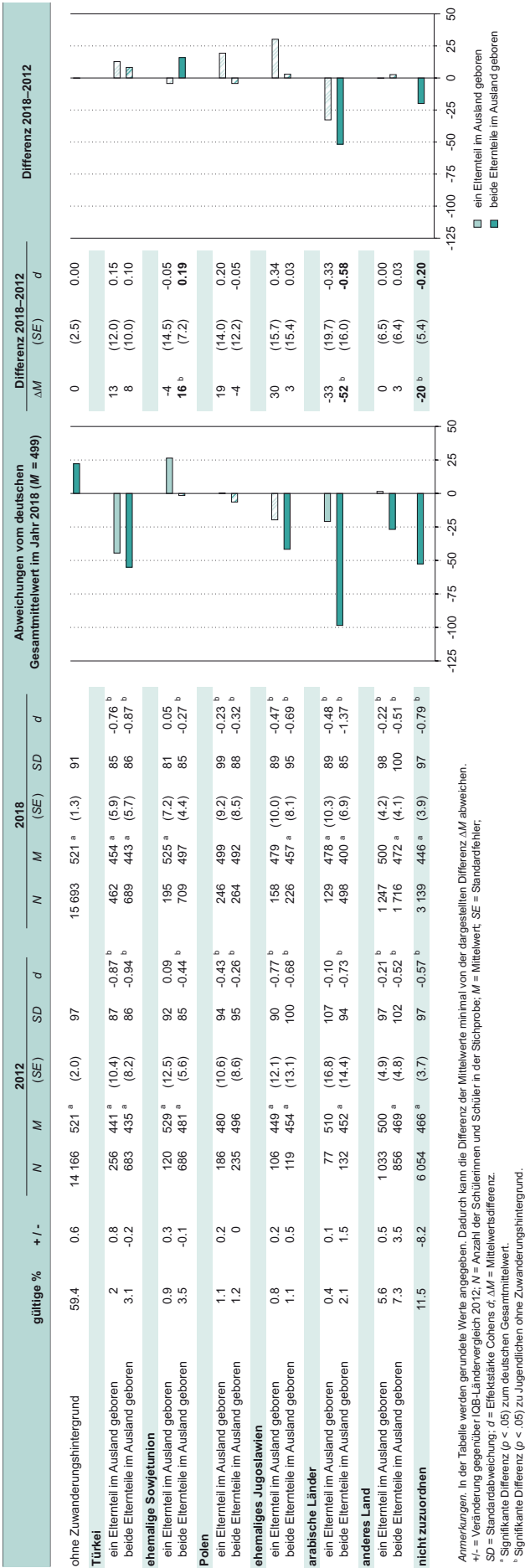
Erreichte Kompetenzen im Fach Mathematik nach Herkunftsgruppen

Im Fach Mathematik erzielten Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungshintergrund nahezu aller Herkunftsgruppen im Jahr 2018 geringere Kompetenzmittelwerte als Schülerinnen und Schüler ohne Zuwanderungshintergrund (vgl. Abb. 9.9). Eine Ausnahme bilden Jugendliche mit einem in der ehemaligen Sowjetunion geborenen Elternteil, die sich im Jahr 2018 – wie bereits im Jahr 2012 – in ihren Kompetenzen im Durchschnitt nicht signifikant von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund unterscheiden. Statistisch bedeutsame Veränderungen in den erreichten Kompetenzen sind nur in zwei Herkunftsgruppen zu beobachten: Während Heranwachsende, deren Eltern beide in der ehemaligen Sowjetunion geboren sind, im Jahr 2018 durchschnittlich signifikant höhere Kompetenzen erreichen als im Jahr 2012 (+16 Punkte), ist das mittlere Kompetenzniveau von Heranwachsenden mit zwei arabischstämmigen Elternteilen deutlich zurückgegangen (–52 Punkte). Die zuwanderungsbezogenen Disparitäten sind in der Mehrzahl der Herkunftsgruppen im Fach Mathematik seit dem Jahr 2012 weitgehend stabil geblieben. Lediglich in der Schülergruppe mit zwei in der ehemaligen Sowjetunion geborenen Elternteilen haben sich die Disparitäten verringert, wohingegen sie sich für Schülerinnen und Schüler, deren Eltern beide aus einem arabischen Land zugewandert sind, signifikant verstärkt haben (vgl. hochgestelltes „b“ in der Spalte ΔM).⁷

6 Die Schülerinnen und Schüler der Herkunftsgruppe arabische Länder wurden im IQB-Ländervergleich 2012 nicht separat aufgeführt, sondern der Herkunftsgruppe anderes Land zugeordnet. Entsprechend unterscheiden sich die im vorliegenden Kapitel berichteten Ergebnisse dieser Gruppe für das Jahr 2012 von denen, die im IQB-Ländervergleich 2012 berichtet wurden.

7 Eine Veränderung der Disparitäten liegt vor, wenn sich die Trends der erreichten Kompetenzen zwischen zwei Gruppen signifikant unterscheiden und sich eine Gruppe somit statistisch signifikant stärker verändert als die andere Gruppe. Die statistische Signifikanz der Veränderung wird jedoch nicht nur vom Ausmaß der Veränderung, sondern auch von der Unsicherheit der Schätzung beeinflusst (vgl. Kapitel 3.2 und 13.1). Die Prüfung der statistischen Signifikanz von Gruppenunterschieden in Veränderungen umfasst mehr Unsicherheitsquellen als die querschnittliche Signifikanzprüfung von Disparitäten. Daher kann es vorkommen, dass Disparitäten zwischen zwei Gruppen, wie z.B. Jugendlichen mit

Abbildung 9.9: Mittelwerte und Streuungen der erreichten Kompetenzen sowie Gruppenunterschiede im Fach Mathematik (*Global skala*) nach Herkunftsgruppe in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich sowie Abweichungen vom deutschen Gesamtmittelwert im Jahr 2018



Erreichte Kompetenzen in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik nach Herkunftsgruppen

Die Ergebnisse für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Biologie, Chemie und Physik werden an dieser Stelle aus Platzgründen nicht einzeln dargestellt, sondern können dem Online-material entnommen werden (Abb. 9.1web bis 9.6web). Insgesamt entsprechen die Ergebnisse in den naturwissenschaftlichen Fächern weitgehend denen für das Fach Mathematik. So bestehen in fast allen Herkunftsgruppen für alle naturwissenschaftlichen Kompetenzbereiche signifikante Nachteile gegenüber Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund, die je nach Herkunftsgruppe und Zuwanderungsstatus unterschiedlich ausgeprägt sind. Jugendliche aus Polen und der ehemaligen Sowjetunion weisen durchgehend die geringsten oder keine bedeutsamen Benachteiligungen auf. Die größten Disparitäten sind in allen Kompetenzbereichen bei Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen aus einem arabischen Land beziehungsweise aus der Türkei festzustellen. Auch in den naturwissenschaftlichen Fächern sind die erreichten Kompetenzen in den meisten Herkunftsgruppen und Kompetenzbereichen seit dem Jahr 2012 stabil geblieben. Deutlich schwächere Kompetenzen sind in fast allen Kompetenzbereichen lediglich in der Gruppe von Jugendlichen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen aus einem arabischen Land zu verzeichnen. Infolgedessen haben sich die Disparitäten vor allem in dieser Gruppe seit dem Jahr 2012 in den meisten naturwissenschaftlichen Fächern und Kompetenzbereichen signifikant verstärkt. In der Mehrzahl der Herkunftsgruppen sind die Disparitäten hingegen konstant geblieben und in Einzelfällen sind Verringerungen festzustellen, wie beispielsweise in der Herkunftsgruppe mit einem in der Türkei oder in Polen geborenen Elternteil im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Physik (vgl. Abb. 9.5web).

9.5 Zusammenspiel von Zuwanderungshintergrund, familiären Hintergrundmerkmalen und Kompetenzen

Bei der Interpretation zuwanderungsbezogener Disparitäten ist zu berücksichtigen, dass sich zugewanderte Familien oft in Merkmalen, die zur Entstehung der beobachteten Kompetenzunterschiede der Jugendlichen beitragen können, von Familien ohne Zuwanderungshintergrund unterscheiden. Empirische Studien weisen darauf hin, dass insbesondere die sozioökonomische Lage zugewanderter Familien, das Bildungsniveau der Eltern sowie die in der Familie gesprochene Sprache hierbei zentral sind (Haag et al., 2016; Kempert et al., 2016; Rjosk et al., 2017). Familien gelingt es umso besser, ihren Kindern Wissen und Fertigkeiten zu vermitteln und sie in ihrer Schullaufbahn zu unterstützen, je günstiger die sozioökonomische Lage der Eltern ist und je mehr bildungsrelevante Ressourcen ihnen zur Verfügung stehen. Darüber hinaus gilt die in der Familie gesprochene Sprache als Indikator für außerschulische Lerngelegenheiten zum Erwerb der Instruktionssprache, deren Beherrschung für den schulischen Erfolg eine zen-

einem in einem arabischen Land geborenen Elternteil und Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund in den Jahren 2012 und 2018 einmal statistisch signifikant sind (im Beispiel im Jahr 2018) und einmal nicht (im Beispiel im Jahr 2012), sich die Veränderungen innerhalb dieser Gruppen aber dennoch nicht signifikant voneinander unterscheiden, da sie mit größerer Unsicherheit behaftet sind.

trale Rolle spielt. Im Folgenden werden deskriptive Statistiken für den sozioökonomischen Status in der Familien, das Bildungsniveau der Eltern und die in der Familie gesprochene Sprache im Jahr 2018 dargestellt, wobei sowohl auf Unterschiede zwischen den Herkunftsgruppen als auch auf Veränderungen zwischen den Jahren 2012 und 2018 eingegangen wird. Anschließend wird mithilfe von multiplen Regressionen untersucht, inwieweit sich die Kompetenznachteile von Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund auf die beschriebenen familiären Hintergrundmerkmale zurückführen lassen.

9.5.1 Merkmale des familiären Hintergrunds von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern

Da sich Familien trotz vergleichbarer sozioökonomischer Lage in ihren kulturellen beziehungsweise bildungsrelevanten Ressourcen unterscheiden können, werden diese Merkmale im IQB-Bildungstrend als getrennte Konstrukte betrachtet (Ehmke & Siegle, 2005). Analog zu früheren IQB-Studien wurde der sozioökonomische Status der Familien anhand des *Highest International Socio-Economics Index of Occupational Status* (HISEI, vgl. Kapitel 8; Ganzeboom, 2010; Ganzeboom, De Graaf, Treiman & De Leeuw, 1992) erfasst. Zur Bestimmung des Bildungsniveaus der Eltern wurde der höchste in der Familie vorhandene Bildungsabschluss nach der *International Standard Classification of Education* (ISCED; OECD, Eurostat & UNESCO Institute for Statistics, 2015) klassifiziert und auf dieser Grundlage die Anzahl der Bildungsjahre geschätzt (OECD, 2017). Zur Erfassung der Familiensprache gaben die Schülerinnen und Schüler an, wie häufig sie in ihrer Familie Deutsch sprechen (1 = nie, 2 = manchmal Deutsch und meistens eine andere Sprache, 3 = meistens Deutsch und manchmal eine andere Sprache, 4 = immer). Die beiden mittleren Kategorien wurden für die Auswertung zusammengelegt, um Veränderungen im Vergleich zum Jahr 2012 untersuchen zu können, da im IQB-Ländervergleich 2012 lediglich drei Kategorien zur Erfassung der Familiensprache verwendet wurden. Fehlende Werte aller einbezogenen Variablen wurden multipel imputiert (vgl. Kapitel 13; Graham, 2009; Schafer & Graham, 2002).

Die Ergebnisse zeigen, dass auch im Jahr 2018 bedeutsame zuwanderungsbezogene Unterschiede im sozioökonomischen Status und im Bildungsniveau der Eltern (vgl. Tab. 9.1web) sowie im Sprachgebrauch in der Familie bestehen (vgl. Tab. 9.2web). Bundesweit weisen insbesondere Jugendliche aus Familien der ersten Zuwanderergeneration und der zweiten Zuwanderergeneration im Vergleich zu Jugendlichen aus Familien ohne Zuwanderungshintergrund einen deutlich niedrigeren sozioökonomischen Status auf ($d = -0.46$ bzw. $d = -0.61$). Geringer fallen die Unterschiede zwischen Jugendlichen aus Familien mit einem im Ausland und einem in Deutschland geborenen Elternteil gegenüber Jugendlichen aus Familien ohne Zuwanderungshintergrund aus ($d = -0.16$).

Ebenso liegt das Bildungsniveau der Eltern für Heranwachsende aus Familien der ersten beziehungsweise der zweiten Zuwanderergeneration deutlich unter dem Niveau, das für Jugendliche aus Familien ohne Zuwanderungshintergrund zu verzeichnen ist ($d = -0.72$ bzw. $d = -0.71$). Auch für dieses Merkmal ist der Abstand zwischen Schülerinnen und Schüler aus Familien mit nur einem im Ausland geborenen Elternteil gegenüber Familien ohne Zuwanderungshintergrund geringer ausgeprägt ($d = -0.22$).

Erwartungsgemäß geben Jugendliche mit Zuwanderungshintergrund zudem seltener als Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund an, „immer zu Hause Deutsch“ zu sprechen (ohne Zuwanderungshintergrund: 93 %, ein Elternteil im Ausland geboren: 47 %, zweite Generation: 17 %, erste Generation: 4 %).

In der Trendbetrachtung zeigt sich, dass der sozioökonomische Status seit dem Jahr 2012 in Familien ohne Zuwanderungshintergrund ($d = 0.05$) und in Familien der zweiten Zuwanderergeneration ($d = 0.14$) statistisch bedeutsam angestiegen ist. Die Effekte sind allerdings in beiden Gruppen klein und insbesondere in Familien ohne Zuwanderungshintergrund praktisch nicht bedeutsam. Für Familien der ersten und zweiten Generation sind keine bedeutsamen Veränderungen festzustellen. Das Bildungsniveau der Eltern ist im Verlauf des sechsjährigen Untersuchungszeitraums nur in Familien ohne Zuwanderungshintergrund signifikant gestiegen ($d = 0.09$), wohingegen es sich in Familien mit Zuwanderungshintergrund signifikant verringert hat (Familien mit einem im Ausland geborenen Elternteil: $d = -0.11$, zweite Generation: $d = -0.15$, erste Generation: $d = -0.36$). Der größere Effekt für Familien der ersten Generation dürfte vor allem auf den Zuzug von Familien mit Fluchthintergrund seit dem Jahr 2014 zurückzuführen sein, die häufig eine unterbrochene Bildungs- und Erwerbsbiografie aufweisen (vgl. Abschnitt 9.7). Der Anteil der Jugendlichen, die angeben, „immer Deutsch“ in ihrer Familie zu sprechen, hat sich seit dem Jahr 2012 signifikant verringert, und zwar sowohl in der Gruppe der Heranwachsenden ohne Zuwanderungshintergrund (−4 Prozentpunkte) als auch in den Schülergruppen mit Zuwanderungshintergrund (ein Elternteil im Ausland geboren: −22 Prozentpunkte, zweite Generation: −21 Prozentpunkte, erste Generation: −21 Prozentpunkte). In ähnlichem Ausmaß hat sich der Anteil an Jugendlichen, die angeben, „manchmal Deutsch“ in ihrer Familie zu sprechen, sowohl in der Schülergruppe ohne Zuwanderungshintergrund (+4 Prozentpunkte) als auch in fast allen Schülergruppen mit Zuwanderungshintergrund erhöht (ein Elternteil im Ausland geboren: +23 Prozentpunkte, zweite Generation: +22 Prozentpunkte, erste Generation: +16 Prozentpunkte). Dies deutet darauf hin, dass Mehrsprachigkeit zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Im sozioökonomischen Status, der anhand des HISEI erfasst wurde, sind die Unterschiede zwischen Familien ohne Zuwanderungshintergrund und Familien der ersten Zuwanderergeneration beziehungsweise mit einem im Ausland geborenen Elternteil im Verlauf des sechsjährigen Untersuchungszeitraums stabil geblieben, während sie sich gegenüber Familien der zweiten Zuwanderergeneration signifikant reduziert haben. Im Bildungsniveau haben sich die Unterschiede zwischen Familien ohne Zuwanderungshintergrund und Familien mit Zuwanderungshintergrund für alle Zuwanderergruppen vergrößert.

9.5.2 Zusammenhänge zwischen Merkmalen des familiären Hintergrunds und erreichten Kompetenzen innerhalb der einzelnen Herkunftsgruppen

Mithilfe zusätzlich durchgeführter Regressionsanalysen lässt sich bestimmen, inwieweit die zuwanderungsbezogenen Disparitäten im Kompetenzerwerb auf Unterschiede in diesen Hintergrundmerkmalen zurückzuführen sind. Aus Platzgründen und aufgrund ähnlicher Befundmuster werden die Ergebnisse im Folgenden zusammenfassend beschrieben und exemplarisch für das Fach Mathematik abgebildet (vgl. Tab. 9.2). Die Ergebnisse für die naturwissenschaft-

Tabelle 9.2: Regressionsmodelle zur Schätzung von zuwanderungsbezogenen Disparitäten im Fach Mathematik (*Globalskala*) in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

	Modell I				Modell II				Modell III			
	2012		Trend		2012		Trend		2012		Trend	
	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)
ohne Zuwanderungshintergrund	521 ^a	(2.0)	521 ^a	(1.3)	0	(2.3)	515 ^a	(1.7)	516 ^a	(1.7)	514 ^a	(1.3)
Türkei												
ein Elternteil im Ausland geboren	-80 ^a	(10.5)	-67 ^a	(5.9)	13	(12.0)	-55 ^a	(9.3)	-42 ^a	(6.0)	-32 ^a	(6.5)
beide Elternteile im Ausland geboren	-86 ^a	(8.5)	-77 ^a	(5.9)	8	(10.4)	-46 ^a	(8.3)	-39 ^a	(5.9)	-27 ^a	(6.3)
ehemalige Sowjetunion												
ein Elternteil im Ausland geboren	8	(12.6)	4	(7.1)	-4	(14.4)	3	(11.5)	4	(6.9)	1	(13.4)
beide Elternteile im Ausland geboren	-40 ^a	(5.9)	-24 ^a	(4.7)	16	(7.5)	-19 ^a	(5.6)	-1	(4.4)	18	(7.1)
Polen												
ein Elternteil im Ausland geboren	-41 ^a	(10.2)	-22 ^a	(9.1)	19	(13.7)	-37 ^a	(9.9)	-19 ^a	(7.8)	18	(12.6)
beide Elternteile im Ausland geboren	-24 ^a	(8.6)	-29 ^a	(8.3)	-4	(11.9)	-12	(7.9)	-8	(7.8)	3	(11.1)
ehemaliges Jugoslawien												
ein Elternteil im Ausland geboren	-72 ^a	(12.2)	-42 ^a	(10.1)	30	(15.9)	-60 ^a	(11.7)	-25 ^a	(9.1)	-19 ^a	(12.5)
beide Elternteile im Ausland geboren	-67 ^a	(12.9)	-64 ^a	(8.5)	3	(15.5)	-41 ^a	(13.0)	-28 ^a	(9.0)	-13	(15.8)
arabische Länder												
ein Elternteil im Ausland geboren	-11	(17.1)	-43 ^a	(10.4)	-32	(20.0)	-16	(13.8)	-30 ^a	(9.8)	-14	(17.0)
beide Elternteile im Ausland geboren	-69 ^a	(14.6)	-121 ^a	(7.1)	-52	(16.2)	-39 ^a	(11.8)	-89 ^a	(6.7)	-50	(13.5)
anderes Land												
ein Elternteil im Ausland geboren	-21 ^a	(5.0)	-21 ^a	(4.2)	0	(6.5)	-23 ^a	(4.5)	-21 ^a	(3.7)	1	(5.9)
beide Elternteile im Ausland geboren	-52 ^a	(5.2)	-49 ^a	(4.3)	3	(6.8)	-30 ^a	(5.0)	-26 ^a	(3.7)	4	(6.3)
nicht zuzuordnen	-55 ^a	(4.4)	-75 ^a	(4.3)	-20	(6.1)	-42 ^a	(3.7)	-57 ^a	(4.0)	-15	(5.4)
sozialer Hintergrund												
HISEI ^{1,2}												
Bildungsniveau der Eltern ^{1,3}												
Familienprache⁴												
manchmal Deutsch												
nur Deutsch												
<i>N</i>	24 709		25 371		24 709		25 371		24 709		25 371	
<i>R</i> ²	.08		.11		.23		.22		.24		.23	

Anmerkungen. Die Referenzgruppe sind Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund. *b* = unstandardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; *N* = Anzahl der Schülerinnen und Schüler; *R*² = Determinationskoeffizient. Die Ergebnisse für die naturwissenschaftlichen Fächer und Kompetenzbereiche (jeweils *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*) können dem Onlinematerial (Tab. 9.3web bis 9.8web) entnommen werden.

¹ z-standardisiert. ² Highest International Socio-Economic Index of Occupational Status (Ganzeboom, 2010; Ganzeboom et al., 1992). ³ in Ausbildungsjahren (vgl. OECD, 2017). ⁴ Referenzgruppe: "immer Deutsch" als Familienprache.

^a signifikante Regressionskoeffizienten ($p < .05$).

Fett gedruckte Regressionskoeffizienten unterscheiden sich statistisch signifikant ($p < .05$) vom IQB-Ländervergleich 2012.

lichen Fächer und Kompetenzbereiche (jeweils *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*) können dem Onlinematerial (Tab. 9.3web bis 9.8web) entnommen werden.

Erwartungsgemäß tragen der HISEI als Indikator des sozioökonomischen Status und das Bildungsniveau der Eltern sowohl im Fach Mathematik als auch in allen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen bedeutsam zur Erklärung des erreichten Kompetenzniveaus bei (vgl. auch Kapitel 8). Schülerinnen und Schüler, die in Familien mit einem höheren sozioökonomischen Status aufwachsen und deren Eltern über ein höheres Bildungsniveau verfügen, erzielen also im Durchschnitt höhere Kompetenzen als Schülerinnen und Schüler aus Familien mit ungünstigeren sozioökonomischen und bildungsbezogenen Ressourcen (vgl. jeweils Modell II). Dies weist darauf hin, dass die zuwanderungsbezogenen Disparitäten teilweise auf soziale Ungleichheiten zwischen Familien ohne Zuwanderungshintergrund und zugewanderten Familien zurückzuführen sind. Zudem sind bei Jugendlichen, die zu Hause nur manchmal oder nie Deutsch sprechen, in allen sieben Kompetenzbereichen signifikant geringere Kompetenzen festzustellen als bei Heranwachsenden, die zu Hause immer Deutsch sprechen (vgl. jeweils Modell III). Unter Berücksichtigung der familiären Hintergrundmerkmale reduzieren sich die zuwanderungsbezogenen Disparitäten in allen Herkunftsgruppen deutlich. Für Jugendliche, deren Eltern aus Polen oder aus der ehemaligen Sowjetunion zugewandert sind, lassen sich die Kompetenznachteile in nahezu allen Fächern und Kompetenzbereichen vollständig durch die familiären Hintergrundmerkmale erklären. Auch die Kompetenzen von Jugendlichen mit einem in einem arabischen Land oder im ehemaligen Jugoslawien geborenen Elternteil sind nach Kontrolle familiärer Hintergrundmerkmale in nahezu allen naturwissenschaftlichen Fächern und Kompetenzbereichen mit denen von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund vergleichbar, wohingegen im Fach Mathematik signifikante Kompetenznachteile bestehen bleiben. Darüber hinaus sind nach Berücksichtigung der familiären Hintergrundmerkmale vor allem für Schülerinnen und Schüler mit einem oder zwei türkeistämmigen Elternteilen sowie für Jugendliche, deren Eltern beide aus einem arabischen Land oder dem ehemaligen Jugoslawien beziehungsweise einem anderen Land zugewandert sind, in nahezu allen Kompetenzbereichen signifikante Disparitäten festzustellen. Somit bestätigen die Ergebnisse in diesen Herkunftsgruppen die zuvor berichteten Befunde nach Zuwanderungsstatus, wonach die Kompetenznachteile vor allem in Schülergruppen mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen zu beobachten sind.

Für die Mehrzahl der Herkunftsgruppen ist das Ausmaß der zuwanderungsbezogenen Disparitäten auch unter Berücksichtigung des sozioökonomischen Status, des elterlichen Bildungsniveaus und des familiären Sprachgebrauchs zwischen den Jahren 2012 und 2018 konstant geblieben. Lediglich im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Physik (vgl. Tab. 9.7web) haben sich die Disparitäten nach Kontrolle der familiären Hintergrundmerkmale für Jugendliche mit einem türkeistämmigen Elternteil sowie für Jugendliche mit einem aus Polen zugewanderten Elternteil signifikant reduziert. Ungünstige Entwicklungen sind hingegen für Schülerinnen und Schüler, deren Eltern beide aus einem arabischen Land zugewandert sind, zu verzeichnen. Für diese Schülergruppe ist in nahezu allen Kompetenzbereichen auch unter Kontrolle der familiären Hintergrundmerkmale eine signifikante Vergrößerung der Disparitäten festzustellen. Dies deutet darauf hin, dass neben familiären Hintergrundmerkmalen weitere Faktoren zur Veränderung der Kompetenznachteile beitragen.


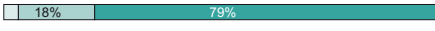
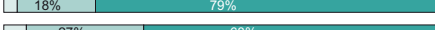



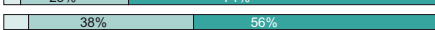

9.6 Soziale Eingebundenheit und Schulzufriedenheit von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern nach Zuwanderungsstatus im Jahr 2018

Um festzustellen, inwieweit sich Jugendliche unabhängig von ihrem Zuwanderungshintergrund in ihrer Klasse angenommen fühlen und mit ihrer Schule zufrieden sind, werden im IQB-Bildungstrend 2018 die wahrgenommene soziale Eingebundenheit in der Klasse und die allgemeine Schulzufriedenheit untersucht. Zur Erfassung dieser Merkmale wurden Skalen mit jeweils sieben bis neun Aussagen (Items) im Fragebogen für Schülerinnen und Schüler eingesetzt, die sich an Skalen aus anderen *Large-Scale-Assessments* orientieren (Furthmüller, 2014; Haag et al., 2016; OECD, 2013). Ein Beispiel für ein Item zur Erfassung der *sozialen Eingebundenheit* (7 Items, $\alpha = .82$) ist „Die anderen machen gern etwas mit mir zusammen.“. Zur Erfassung der *Schulzufriedenheit* (9 Items, $\alpha = .85$) wurde beispielsweise die Aussage „Ich habe das Gefühl, zu meiner Schule zu gehören.“ vorgelegt. Die Schülerinnen und Schüler gaben auf einer vierstufigen Antwortskala an, wie sehr sie den jeweiligen Aussagen zustimmen (1 = „stimme überhaupt nicht zu“ bis 4 = „stimme völlig zu“). Die Werte wurden anschließend für jede Skala gemittelt, sodass die resultierenden Skalenwerte zwischen 1 und 4 variieren können und der theoretische Mittelwert jeder Skala bei $M = 2.50$ Punkten liegt. Fehlende Werte auf diesen Skalen wurden multipl imputiert (Graham, 2009; Schafer & Graham, 2002 vgl. auch Kapitel 13). Zusätzlich wurde der Anteil der Schülerinnen und Schüler bestimmt, die im Mittel eine „geringe“, (Skalenwert ≤ 2) „mittlere“ (Skalenwert > 2 und < 3) oder „hohe“ (Skalenwert ≥ 3) soziale Eingebundenheit beziehungsweise Schulzufriedenheit berichten.

Die Ergebnisse der Analysen sind Abbildung 9.10 zu entnehmen, länder-spezifische Ergebnisse finden sich in den Abbildungen 9.7web und 9.8web. Rechts neben den Anteilen der Schülerinnen und Schüler mit niedrigen, mittleren und hohen Werten in der wahrgenommenen sozialen Eingebundenheit und Schulzufriedenheit sind die Skalenmittelwerte (M) sowie die Standardabweichungen der Skalenmittelwerte (SD) angegeben. Die Differenz der Mittelwerte zwischen Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund und Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund kann der Spalte ΔM entnommen werden. Zusätzlich werden der Standardfehler (SE) dieser Differenz und ein Effektstärkemaß (Cohens d) aufgeführt. Signifikante Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern ohne Zuwanderungshintergrund und der jeweiligen Gruppe von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund sind durch Fettdruck der Differenz der Mittelwerte und der standardisierten Mittelwertsdifferenz (Cohens d) gekennzeichnet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Jugendlichen aller Schülergruppen eine recht hohe soziale Eingebundenheit und Schulzufriedenheit berichten. Die Skalenmittelwerte liegen in allen Gruppen für beide Merkmale zwischen 3.00 Punkten und 3.26 Punkten und damit deutlich oberhalb des jeweiligen theoretischen Skalenmittelwerts von 2.50 Punkten. Schülerinnen und Schüler ohne Zuwanderungshintergrund berichten im Vergleich zu Schülerinnen und Schülern aus zugewanderten Familien im Durchschnitt eine signifikant stärkere soziale Eingebundenheit und höhere Zufriedenheit mit ihrer Schule. Die Unterschiede zu Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil (jeweils $d = -0.05$ bzw. $d = -0.08$) und zu Jugendlichen der zweiten Zuwanderergeneration ($d = -0.05$

Abbildung 9.10: Mittelwerte und Streuungen der sozialen Eingebundenheit in der Schulklasse und der Schulzufriedenheit sowie Gruppenunterschiede nach Zuwanderungsstatus im Jahr 2018

Merkmal		<i>M</i>	<i>SD</i>	ΔM	(<i>SE</i>)	<i>d</i>
Soziale Eingebundenheit						
ohne Zuwanderungshintergrund	3% 	3.26	0.50			
ein Elternteil im Ausland geboren	3% 	3.24	0.51	-0.03	(0.01)	-0.05
2. Generation	3% 	3.24	0.51	-0.02	(0.01)	-0.05
1. Generation	5% 	3.11	0.56	-0.16	(0.02)	-0.30
Schulzufriedenheit						
ohne Zuwanderungshintergrund	3% 	3.19	0.51			
ein Elternteil im Ausland geboren	4% 	3.15	0.53	-0.04	(0.01)	-0.08
2. Generation	4% 	3.16	0.53	-0.03	(0.01)	-0.06
1. Generation	6% 	3.00	0.55	-0.19	(0.02)	-0.36

□ niedrig ■ mittel ■ hoch

Anmerkungen. Die Balken geben die Anteile von Jugendlichen mit niedriger (Skalenwert ≤ 2), mittlerer (Skalenwert > 2 und < 3) und hoher (Skalenwert ≥ 3) sozialer Eingebundenheit bzw. Schulzufriedenheit an. Es werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Summe der Prozente von 100 und die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen.

2. Generation: beide Elternteile sind im Ausland geboren, die Jugendlichen selbst sind in Deutschland geboren;

1. Generation: sowohl beide Elternteile als auch die Jugendlichen sind im Ausland geboren.

M = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; ΔM = Mittelwertsdifferenz zwischen Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund und Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund; *SE* = Standardfehler der Mittelwertsdifferenz; *d* = Effektstärke Cohens *d*.

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).

bzw. $d = -0.06$) fallen jedoch sehr klein aus und dürften praktisch kaum bedeutsam sein. In diesen drei Gruppen berichten etwa 80 Prozent der Jugendlichen eine hohe soziale Eingebundenheit und 71 bis 74 Prozent der Heranwachsenden geben eine hohe Zufriedenheit mit ihrer Schule an. Hingegen ist eine geringe soziale Eingebundenheit beziehungsweise Schulzufriedenheit nur bei etwa 3 bis 4 Prozent dieser Jugendlichen festzustellen.

Größere Unterschiede sind hingegen sowohl für die soziale Eingebundenheit in der Klasse als auch für die Zufriedenheit mit der Schule zwischen Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund und Heranwachsenden der ersten Zuwanderergeneration zu verzeichnen ($d = -0.30$ bzw. $d = -0.36$), von denen etwa ein Viertel der Jugendlichen einen Fluchthintergrund aufweist und in der Regel erst seit maximal drei Jahren eine deutsche Schule besucht (vgl. Abschnitt 9.7). Während 80 Prozent der Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund eine hohe soziale Eingebundenheit berichten, ist dies nur bei 68 Prozent der Jugendlichen der ersten Zuwanderergeneration der Fall. Zwar geben Jugendliche der ersten Zuwanderergeneration auch signifikant häufiger als Heranwachsende ohne Zuwanderungshintergrund eine geringe soziale Eingebundenheit an (5 % bzw. 3 %), der Unterschied von etwa 2 Prozentpunkten ist aber klein ($d = -0.13$). Ähnliche Ergebnisse zeigen sich für die Schulzufriedenheit. Der Anteil von Jugendlichen der ersten Generation, die eine hohe Zufriedenheit mit ihrer Schule berichtet, liegt bei 56 Prozent und fällt um 18 Prozentpunkte geringer aus als für Schülerinnen und Schüler ohne Zuwanderungshintergrund (74 %). Erneut geben Jugendliche der ersten Zuwanderergeneration auch signifikant häufiger als Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund (6 % bzw. 3 %) an, nur wenig zufrieden mit ihrer Schule zu sein. Der Unterschied von etwa 3 Prozentpunkten fällt aber auch in diesem Bereich eher klein aus ($d = -0.12$).

Zusammenfassend weisen die Ergebnisse darauf hin, dass Jugendliche sich weitgehend unabhängig von ihrem Zuwanderungshintergrund gut in ihre Klasse integriert fühlen und insgesamt zufrieden mit ihrer Schule sind. Die festgestellten Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern ohne Zuwanderungshintergrund und Heranwachsenden der zweiten Generation beziehungswei-

se mit einem im Ausland geborenen Elternteil sind praktisch zu vernachlässigen. Jugendliche der ersten Generation fühlen sich zwar mehrheitlich ebenfalls gut sozial in ihre Klasse eingebunden und weisen eine hohe Zufriedenheit mit ihrer Schule auf, die Unterschiede gegenüber Schülerinnen und Schülern ohne Zuwanderungshintergrund fallen aber größer aus als für die anderen Zuwanderergruppen. Inwieweit dieser Befund auf die Angaben der Jugendlichen mit Fluchthintergrund zurückzuführen ist, wird im folgenden Abschnitt genauer untersucht.

9.7 Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie

In den letzten Jahren ist eine große Zahl von Heranwachsenden mit Fluchtbiografie im Schulalter nach Deutschland zugewandert. Die schulische Integration dieser Kinder und Jugendlichen stellt das deutsche Bildungssystem vor erhebliche Herausforderungen, auch weil sich die Situation geflüchteter Schülerinnen und Schüler in mehrerlei Hinsicht von der Situation anderer Kinder und Jugendlicher mit Zuwanderungshintergrund, einschließlich der ersten Zuwanderergeneration, unterscheidet. Geflüchtete entscheiden sich nicht aus freien Stücken für die Migration, sondern sind durch eine ausweglose Lage oft plötzlich und ohne ein konkretes Ziel vor Augen zum Verlassen ihres Heimatlands gezwungen (Richmond, 1993; UNHCR, 2018). Infolgedessen bringen Heranwachsende mit Fluchtbiografie bei ihrer Ankunft in Deutschland in der Regel kaum Deutschkenntnisse mit und treten häufig mitten im Schuljahr in das deutsche Bildungssystem ein. Zudem mussten sie ihre Schulbildung im Heimatland und während der Flucht häufig unterbrechen (Brücker, Rother & Schupp, 2016). Geflüchtete Heranwachsende sind darüber hinaus durch die Bedingungen vor, während und nach der Flucht in besonderem Maß psychisch belastet (Fazel, Wheeler & Danesh, 2005), was es ihnen zusätzlich erschweren kann, sich im Bildungssystem zurechtzufinden (z.B. Shen et al., 2016). Daher ist die Frage, wie gut die Integration von Schülerinnen und Schülern mit Fluchtbiografie in das deutsche Bildungssystem bisher gelingt, in besonderer Weise relevant.

Im Folgenden wird die Population der Jugendlichen mit Fluchtbiografie, die in den IQB-Bildungstrend 2018 einbezogen wurde, beschrieben und es wird auf einige Merkmale ihrer schulischen Situation eingegangen. Betrachtet werden insbesondere die von ihnen besuchten Schularten, ihre soziale Eingebundenheit und ihre Schulzufriedenheit sowie Einschätzungen der Schulleiterinnen und Schulleiter zur Frage, wie gut die Integration Geflüchteter an ihrer Schule gelingt.

9.7.1 Populationsbeschreibung

Die im Rahmen des IQB-Bildungstrends 2018 untersuchte Population der neu zugewanderten Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie umfasst alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die seit dem Jahr 2014 als Geflüchtete nach Deutschland zugewandert sind und für die keiner der allgemeingültigen Ausschlussgründe für die Studienteilnahme vorlag (vgl. Kapitel 3.1). Insbesondere wurden nur Jugendliche berücksichtigt, die bereits mindestens ein Jahr

lang in deutscher Sprache unterrichtet worden waren.⁸ Die Identifikation von Schülerinnen und Schülern als Geflüchtete beruhte auf Angaben der Schulen. Lagen keine Schulangaben vor, wurden Angaben der Schülerinnen und Schüler beziehungsweise ihrer Eltern herangezogen, und zwar zum Herkunftsland des beziehungsweise der Jugendlichen und zum Jahr der Zuwanderung nach Deutschland.⁹ Nicht als Geflüchtete betrachtet wurden Jugendliche, die in der Europäischen Union oder in einem dem Schengenraum zugehörigen Land geboren wurden.

Insgesamt nahmen nach dieser Definition 941 neu zugewanderte Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie am IQB-Bildungstrend 2018 teil. Dies entspricht auf Populationsebene einem Anteil von rund 2 Prozent der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler an allgemeinbildenden Schulen in Deutschland. Die im IQB-Bildungstrend 2018 empirisch ermittelten Anteile von Schülerinnen und Schülern mit Fluchtbiografie in den einzelnen Ländern in der Bundesrepublik Deutschland entsprechen weitgehend den Anteilen, die nach dem Quotensystem EASY (Erstverteilung der Asylbegehrenden; BAMF, 2019) zu erwarten sind. Dieses sieht eine Verteilung von Schutz- und Asylsuchenden auf die Länder gemäß dem Königsteiner Schlüssel vor, der sich nach Steuereinnahmen und Bevölkerungszahl richtet und jährlich von einer Bund-Länder-Kommission ermittelt wird.

Insgesamt handelt es sich bei den neu Zugewanderten mit Fluchtbiografie um eine sehr heterogene Gruppe aus einer Vielzahl von Herkunftsländern. Die größte Herkunftsgruppe bilden Schülerinnen und Schüler aus Syrien (43 %). Vergleichsweise viele Schülerinnen und Schüler kommen zudem aus Afghanistan (21 %) und dem Irak (13 %).¹⁰

Zum Befragungszeitpunkt leben die an der Erhebung teilnehmenden Schülerinnen und Schüler nach eigenen Angaben im Durchschnitt seit ungefähr drei Jahren in Deutschland. Nach der zu Hause gesprochenen Sprache gefragt, berichten etwa 7 Prozent der Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie, zu Hause immer Deutsch zu sprechen. Die überwiegende Mehrheit (83 %) gibt an, zu Hause manchmal die deutsche Sprache und manchmal eine andere Sprache zu sprechen. Nur 11 Prozent berichten, zu Hause niemals Deutsch zu sprechen.

Im Durchschnitt besuchen die Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie zum Befragungszeitpunkt seit ungefähr zweieinhalb Jahren eine Schule in Deutschland. Dabei werden sie besonders häufig an einer Hauptschule, einer Schule mit mehreren Bildungsgängen oder einer Integrierten Gesamtschule unterrichtet. Deutlich seltener sind sie an Realschulen und Gymnasien anzutreffen und nur sehr selten an Förderschulen (vgl. Tab. 9.3). Ein Teil der Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie ist zudem aufgrund einer landesspezifischen

8 Aufgrund dieses Kriteriums wurden knapp 8 Prozent der als Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie identifizierten Jugendlichen von der Teilnahme an der Erhebung ausgeschlossen.

9 Da in den Fragebögen für Schülerinnen und Schüler sowie Eltern – anders als bei den Schulangaben – keine direkte Frage nach einer eventuell vorliegenden Fluchtbiografie enthalten war, wurden in diesen Fällen nur jene Herkunftsländer berücksichtigt, die in den Jahren 2014 bis 2018 mindestens einmal eine Gesamtschutzquote von mehr als 50 Prozent aufwiesen, das heißt bei denen für mindestens 50 Prozent der Asylanträge Asyl anerkannt, subsidiärer Schutz gewährt beziehungsweise Flüchtlingsstatus zuerkannt oder ein Abschiebeverbot festgestellt wurde.

10 In den Fragebögen für Schülerinnen und Schüler sowie Eltern fehlen in der Teilstichprobe der Jugendlichen mit Fluchtbiografie je nach Frage für 20 bis 40 Prozent der Befragten die entsprechenden Angaben. Die auf diesen Angaben beruhenden Befunde sind daher mit einer erhöhten Unsicherheit behaftet. Dies betrifft die Angaben zum Herkunftsland, zum Zuzug nach und Schulbesuch in Deutschland sowie zur zu Hause gesprochenen Sprache.

Tabelle 9.3: Verteilung von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern mit und ohne Fluchtbiografie auf Schulen unterschiedlicher Schularten

Schulart	Jugendliche mit Fluchtbiografie		Jugendliche der 1. Generation ohne Fluchtbiografie		Gesamtpopulation 9. Jahrgangsstufe	
	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %
Hauptschule	4 997	33.5	7 989	25.3	84 587	11.0
Schularten mit mehreren Bildungsgängen	3 566	23.9	3 136	9.9	100 205	13.1
Realschule	1 023	6.9	5 433	17.2	152 251	19.8
Integrierte Gesamtschule	3 562	23.9	6 548	20.8	137 095	17.9
Gymnasium	1 208	8.1	7 381	23.4	271 586	35.4
Förderschule	107	0.7	804	2.5	20 991	2.7
keiner Schulart zugeordnet	443	3.0	229	0.7	786	0.1
Gesamt	14 905	100.0	31 518	100.0	767 501	100.0

Anmerkungen. Die Angaben beruhen auf den Daten und der Populationsdefinition des IQB-Bildungstrends 2018. Alle Werte stellen Schätzungen anhand von Stichprobendaten dar, die statistische Unsicherheiten aufweisen.

Regelung in Hessen offiziell keiner Schulart zugeordnet. Geflüchtete Jugendliche besuchen somit dreimal häufiger als die Gesamtpopulation und auch deutlich häufiger als Schülerinnen und Schüler der ersten Zuwanderergeneration ohne Fluchtbiografie eine Hauptschule. Ihre Chance, ein Gymnasium zu besuchen, ist hingegen etwa viermal geringer als für die Gesamtpopulation und fast dreimal geringer als in der ersten Zuwanderergeneration ohne Fluchtbiografie.

Insgesamt sind Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie an Schularten mit einem zum Hauptschulabschluss (HSA) führenden Bildungsgang deutlich überrepräsentiert und an Realschulen und Gymnasien, die auf einen Mittleren Schulabschluss (MSA) beziehungsweise den Erwerb der Hochschulreife vorbereiten, deutlich unterrepräsentiert. Dieses Muster ist angesichts begrenzter Sprachkenntnisse beim Eintritt in das deutsche Schulsystem sowie unterbrochener Bildungsbiografien nicht überraschend. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass ein Teil der Schülerinnen und Schüler in separaten Klassen beschult wird, wobei unklar ist, ob sie in eine Regelklasse derselben Schule beziehungsweise derselben Schulart oder in eine andere Schulart übertreten werden.

Betrachtet man die Verteilung der Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie auf die einzelnen Klassen in der 9. Jahrgangsstufe, so zeigt sich, dass im Jahr 2018 in fast 74 Prozent der Klassen überhaupt keine geflüchteten Schülerinnen und Schüler gemäß der im IQB-Bildungstrend 2018 verwendeten Populationsdefinition lernen, während in gut 26 Prozent der Klassen mindestens eine Schülerin oder ein Schüler mit Fluchtbiografie unterrichtet wird. Demnach konzentriert sich diese Gruppe von Jugendlichen auf etwa ein Viertel der Klassen. Gleichzeitig variiert der prozentuale Anteil stark zwischen den Schularten. Während gut 49 Prozent der 9. Klassen an Hauptschulen, knapp 43 Prozent der 9. Klassen an Schulen mit mehreren Bildungsgängen und nahezu 39 Prozent der 9. Klassen an Integrierten Gesamtschulen von mindestens einer Schülerin beziehungsweise einem Schüler mit Fluchtbiografie besucht werden, ist dies nur bei jeweils rund 11 Prozent der Realschulklassen und der Gymnasialklassen in der 9. Jahrgangsstufe der Fall. Betrachtet man – unabhängig von der Schulart – nur die 9. Klassen, in denen Jugendliche mit Fluchtbiografie unterrichtet werden, so zeigt sich, dass auch einzelne Schulklassen in sehr unter-













schiedlichem Maße an der Integration geflüchteter Schülerinnen und Schüler beteiligt sind: Während in etwas mehr als der Hälfte dieser Klassen nur ein einziger Schüler beziehungsweise eine einzige Schülerin mit Fluchtbiografie beschult wird, sind es in fast 8 Prozent dieser Klassen fünf oder mehr.

9.7.2 Soziale Eingebundenheit und Schulzufriedenheit

Um zu prüfen, wie sozial eingebunden sich Schülerinnen und Schüler mit Fluchtbiografie in ihrer Klasse fühlen und wie zufrieden sie mit ihrer schulischen Situation sind, werden ihre Angaben zur sozialen Eingebundenheit und Schulzufriedenheit im Folgenden mit den Angaben von Schülerinnen und Schülern ohne Zuwanderungshintergrund sowie mit denen von Schülerinnen und Schülern der zweiten und der ersten Zuwanderergeneration ohne Fluchthintergrund verglichen. Dabei werden die Ergebnisse für geflüchtete Jugendliche syrischer Herkunft, die die größte Zuwanderergruppe unter den Jugendlichen mit Fluchtbiografie bilden, mit denen aus anderen Herkunftsländern verglichen.

Es zeigt sich, dass sich auch Jugendliche mit Fluchtbiografie insgesamt gut sozial eingebunden fühlen und eine hohe Schulzufriedenheit berichten (vgl. Abb. 9.11). Der Skalenmittelwert für die soziale Eingebundenheit liegt für die Teilpopulation der geflüchteten Jugendlichen bei 3.03 und somit deutlich über dem theoretischen Skalenmittelwert von 2.50. Die Angaben der aus Syrien stammenden geflüchteten Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich dabei nicht bedeutsam von den Werten der geflüchteten Jugendlichen aus anderen Herkunftsländern. Insgesamt liegt der Anteil der Jugendlichen mit Fluchthintergrund, die eine hohe soziale Eingebundenheit berichten, bei 60 Prozent, wohingegen 6 Prozent berichten, sich in ihrer Klasse wenig sozial eingebunden zu fühlen. Allerdings berichten geflüchtete Heranwachsende insgesamt eine si-

Abbildung 9.11: Mittelwerte und Streuungen der sozialen Eingebundenheit in der Schulklasse und der Schulzufriedenheit sowie Gruppenunterschiede zwischen Jugendlichen mit Fluchtbiografie und anderen Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund im Jahr 2018

Merkmal		<i>M</i>	<i>SD</i>	ΔM	(<i>SE</i>)	<i>d</i>
Soziale Eingebundenheit						
ohne Zuwanderungshintergrund	3% 	3.26	0.50			
2. Generation	3% 	3.24	0.51	-0.02	(0.01)	-0.05
1. Generation ohne Geflüchtete	5% 	3.14	0.56	-0.12	(0.02)	-0.23
Geflüchtete insgesamt	6% 	3.03	0.57	-0.23	(0.04)	-0.44
Geflüchtete aus Syrien	4% 	3.02	0.53	-0.25	(0.05)	-0.48
Geflüchtete aus anderen Ländern	7% 	3.04	0.59	-0.23	(0.05)	-0.41
Schulzufriedenheit						
ohne Zuwanderungshintergrund	3% 	3.19	0.51			
2. Generation	4% 	3.16	0.53	-0.03	(0.01)	-0.06
1. Generation ohne Geflüchtete	5% 	3.04	0.55	-0.15	(0.02)	-0.29
Geflüchtete insgesamt	7% 	2.93	0.55	-0.26	(0.05)	-0.49
Geflüchtete aus Syrien	8% 	2.89	0.57	-0.30	(0.06)	-0.56
Geflüchtete aus anderen Ländern	7% 	2.95	0.54	-0.24	(0.05)	-0.46

□ niedrig □ mittel ■ hoch

Anmerkungen. Die Balken geben die Anteile von Jugendlichen mit niedriger (Skalenwert ≤ 2), mittlerer (Skalenwert > 2 und < 3) und hoher (Skalenwert ≥ 3) sozialer Eingebundenheit bzw. Schulzufriedenheit an. Es werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Summe der Prozente von 100 und die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen.

2. Generation: beide Elternteile sind im Ausland geboren, die Jugendlichen selbst sind in Deutschland geboren;

1. Generation: sowohl beide Elternteile als auch die Jugendlichen sind im Ausland geboren.

M = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; ΔM = Mittelwertsdifferenz zwischen Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund und Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund; *SE* = Standardfehler der Mittelwertsdifferenz; *d* = Effektstärke Cohens *d*.

Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).

signifikant geringere soziale Eingebundenheit als Schülerinnen und Schüler ohne Zuwanderungshintergrund ($d = -0.44$) beziehungsweise als Jugendliche der zweiten Zuwanderergeneration ($d = -0.39$) und der ersten Zuwanderergeneration ohne Fluchthintergrund ($d = -0.20$).

Auch die schulische Zufriedenheit von Schülerinnen und Schülern mit Fluchtbiografie ist mit 2.93 Punkten hoch ausgeprägt und unterscheidet sich nicht signifikant zwischen Heranwachsenden aus Syrien und Jugendlichen aus anderen Herkunftsländern. Insgesamt berichten 50 Prozent der Schülerinnen und Schüler mit Fluchtgeschichte eine hohe Schulzufriedenheit und nur 7 Prozent geben an, wenig zufrieden mit ihrer Schule zu sein. Wie für die soziale Eingebundenheit berichten geflüchtete Jugendliche insgesamt ($d = -0.49$) sowie geflüchtete Jugendliche aus Syrien ($d = -0.56$) und aus anderen Herkunftsländern ($d = -0.46$) eine niedrigere Schulzufriedenheit als Heranwachsende ohne Zuwanderungshintergrund. Auch im Vergleich mit Jugendlichen der zweiten Zuwanderergeneration und der ersten Zuwanderergeneration ohne Fluchthintergrund fällt die Schulzufriedenheit geflüchteter Schülerinnen und Schüler insgesamt signifikant geringer aus ($d = -0.42$ bzw. $d = -0.20$).

9.7.3 Einschätzungen der Schulleitungen

Im IQB-Bildungstrend 2018 wurden die Schulleiterinnen und Schulleiter der teilnehmenden Schulen gebeten einzuschätzen, wie gut die Integration von Schülerinnen und Schülern mit Fluchtbiografie an ihrer Schule gelingt. Dies wurde mit dem Grad der Zustimmung zur Aussage „Die Integration von Kindern mit Fluchthintergrund in unserer Schule gelingt insgesamt gut.“ erfasst. Die meisten Schulleitungen stimmen dem zu. So berichten 30 Prozent der Schulleitungen, dass die Aussage völlig zutrifft, 65 Prozent geben an, dass sie eher zutrifft, und 5 Prozent berichten, dass die Aussage für sie eher nicht zutrifft. Der Anteil derjenigen, aus deren Perspektive diese Aussage gar nicht zutrifft, liegt deutlich unter 1 Prozent.

Die Schulleiterinnen und Schulleiter wurden darüber hinaus zu den Herausforderungen bei der Integration von geflüchteten Schülerinnen und Schülern befragt. Sie gaben an, inwieweit sie die Integration von Geflüchteten an ihrer Schule als große personelle, räumliche, kulturelle oder pädagogische Herausforderung betrachten. Die größte Herausforderung liegt den Schulleitungen zufolge im pädagogischen Bereich. 42 Prozent bezeichnen es als völlig zutreffend, dass die Integration Geflüchteter eine große pädagogische Herausforderung ist; aus der Sicht von 41 Prozent der Schulleiterinnen und Schulleiter trifft dies eher zu. Dass die Integration Geflüchteter eine große personelle Herausforderung darstellt, trifft aus Sicht von jeweils etwa einem Drittel der Schulleitungen völlig (38 %) beziehungsweise eher (32 %) zu. Räumliche (trifft völlig zu: 15 %, trifft eher zu: 17 %) und kulturelle Aspekte (trifft völlig zu: 19 %, trifft eher zu: 36 %) werden hingegen als weniger herausfordernd eingeschätzt. Insgesamt gelingt die Integration von Heranwachsenden mit einem Fluchthintergrund den Schulleitungen zufolge also gut, wobei sie aber auch große Herausforderungen im Zusammenhang mit dieser Aufgabe sehen, die insbesondere im pädagogischen und personellen Bereich liegen.

9.8 Zusammenfassung und Diskussion

In diesem Kapitel wurden zuwanderungsbezogene Disparitäten in den von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik erreichten Kompetenzen im Jahr 2018 berichtet und die Veränderungen der Disparitäten seit dem IQB-Ländervergleich 2012 dargestellt. Ferner wurden Unterschiede zwischen Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund und Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund in ihrer sozialen Eingebundenheit in der Klasse und ihrer Schulzufriedenheit betrachtet. Die Ergebnisse liefern Anhaltspunkte dafür, wie gut in den Ländern die auf den Kompetenzerwerb bezogene und die sozio-emotionale Integration von Heranwachsenden mit Zuwanderungshintergrund in Schulen gelingt.

Im betrachteten Zeitraum von sechs Jahren hat sich der Anteil von Jugendlichen aus zugewanderten Familien in Deutschland insgesamt um 7 Prozentpunkte erhöht. In den einzelnen Zuwanderergruppen ist ein Anstieg zwischen 2 und 2,5 Prozentpunkten zu verzeichnen. Auch in nahezu allen Ländern ist der Anteil der Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungshintergrund statistisch signifikant gestiegen, wobei sich der Anstieg zwischen den Ländern erheblich unterscheidet und in den ostdeutschen Ländern am geringsten und teilweise nicht statistisch bedeutsam ist.

Sowohl im Fach Mathematik als auch in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik bestehen in allen untersuchten Kompetenzbereichen sowohl bundesweit als auch in nahezu allen Ländern signifikante Kompetenznachteile für Jugendliche aus zugewanderten Familien. Diese fallen für Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen über alle Kompetenzbereiche hinweg und in fast allen Ländern sowie Herkunftsgruppen statistisch signifikant aus. Zwischen den einzelnen Herkunftsgruppen bestehen dabei sehr große Unterschiede. Besonders benachteiligt sind Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen aus arabischen Ländern, bei denen die erreichten Kompetenzen teilweise mehrere Schuljahre unter denen von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund liegen. Für Heranwachsende mit einem im Ausland geborenen Elternteil sind die Disparitäten im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern nur etwa halb so groß wie für Heranwachsende mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen und auch nur in einigen Ländern statistisch bedeutsam, wobei bezogen auf die einzelnen Herkunftsgruppen erneut erhebliche Unterschiede festzustellen sind.

Bundesweit sind die erreichten Kompetenzen seit dem IQB-Ländervergleich 2012 für Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund und für Schülerinnen und Schüler mit einem beziehungsweise mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen weitgehend stabil geblieben. Innerhalb einzelner Länder sind vor allem in den Fächern Biologie und Physik negative Trends in einzelnen Schülergruppen zu verzeichnen, die überwiegend in ostdeutschen Ländern auftreten und sowohl Jugendliche mit als auch ohne Zuwanderungshintergrund betreffen. Zu beachten ist bei der Interpretation der Ergebnisse allerdings, dass die Fallzahlen für Jugendliche mit Zuwanderungshintergrund in den ostdeutschen Flächenländern mitunter vergleichsweise klein ausfallen.

Beachtenswert ist zudem, dass die Disparitäten zwischen Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund und Jugendlichen mit einem beziehungsweise mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen zwar sowohl bundesweit als auch in den einzelnen Ländern weitgehend konstant geblieben sind. Innerhalb

der Gruppe von Heranwachsenden mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen sind in Deutschland insgesamt allerdings gegenläufige Entwicklungen für Schülerinnen und Schüler der ersten Generation und Schülerinnen und Schüler der zweiten Generation zu verzeichnen. So sind für Jugendliche der ersten Zuwanderergeneration, die ebenso wie ihre Eltern im Ausland geboren sind und die in der Regel nur einen Teil ihrer Schulzeit im deutschen Bildungssystem verbracht haben, in allen untersuchten Kompetenzbereichen nicht nur die stärksten Benachteiligungen im Jahr 2018, sondern auch die ungünstigsten Veränderungen im Untersuchungszeitraum von sechs Jahren zu beobachten. Diese fallen in fast allen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen stärker aus als im Fach Mathematik. Im Fach Biologie haben sich die Disparitäten gegenüber Heranwachsenden ohne Zuwanderungshintergrund zwischen den Jahren 2012 und 2018 sogar fast verdoppelt. Dieser Anstieg ist teilweise auf geringere Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit einem Fluchthintergrund zurückzuführen, die etwa ein Viertel dieser Zuwanderergruppe ausmachen. Allerdings haben sich die Disparitäten auch bei Ausschluss der Jugendlichen mit einem Fluchthintergrund in mehreren Fächern und Kompetenzbereichen seit dem Jahr 2012 signifikant verstärkt. Dies deutet darauf hin, dass die kompetenzbezogene Förderung von Schülerinnen und Schülern der ersten Zuwanderergeneration in Deutschland insgesamt weniger gut gelingt und diese Jugendlichen besondere Unterstützung benötigen, um die Sekundarstufe I erfolgreich abzuschließen.

Jugendliche der zweiten Generation, deren Eltern im Ausland und die selbst in Deutschland geboren sind und somit ihre gesamte Schulzeit im deutschen Bildungssystem verbracht haben, erreichen in den meisten naturwissenschaftlichen Fächern im Jahr 2018 signifikant höhere Kompetenzwerte als im Jahr 2012. Infolgedessen haben sich auch die Disparitäten in einigen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen gegenüber Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund im Vergleich zum Jahr 2012 bedeutsam verringert. Von den Integrationsbemühungen in den Ländern scheinen also vor allem Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungshintergrund zu profitieren, die ihre bisherige Bildungslaufbahn vollständig im deutschen Bildungssystem absolviert haben dürften.

Das Befundmuster im IQB-Bildungstrend 2018 entspricht weitgehend den Ergebnissen bisheriger Studien zu zuwanderungsbezogenen Disparitäten im deutschen Bildungssystem am Ende der Sekundarstufe I. So wurden auch im IQB-Ländervergleich 2012 (Pöhlmann et al., 2013) sowie in PISA 2012 (Gebhardt et al., 2013) und PISA 2015 (Rauch et al., 2016) zum Teil große Unterschiede in den erreichten Kompetenzen im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern zwischen Jugendlichen mit und Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund beobachtet. Auch in diesen Studien waren die Disparitäten für Jugendliche mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen am stärksten ausgeprägt. Dies zeigte sich im Fach Mathematik auch im IQB-Bildungstrend 2016 für Schülerinnen und Schüler am Ende der 4. Jahrgangsstufe (Rjosk et al., 2017). Auffällig ist, dass der Kompetenznachteil am Ende der 4. Jahrgangsstufe für Kinder mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen etwas mehr als einem halben Schuljahr entspricht, wohingegen dieser in der 9. Jahrgangsstufe im IQB-Bildungstrend 2018 mit etwa einem Schuljahr fast doppelt so groß ausfällt. Weniger stark unterscheiden sich die Kompetenznachteile zwischen Schülerinnen und Schülern der 4. und 9. Jahrgangsstufe mit einem im Ausland geborenen Elternteil im Fach Mathematik. Dies ist ein Hinweis darauf, dass sich die Disparitäten bei Kindern und Jugendlichen mit zwei im Ausland ge-

borenen Elternteilen im Verlauf ihrer Bildungsbiografie stärker vergrößern als bei Kindern und Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil.

Die im IQB-Bildungstrend 2018 im Fach Mathematik beobachteten gegenläufigen Befundmuster für Jugendliche der ersten und zweiten Zuwanderergeneration treten in den naturwissenschaftlichen Fächern noch deutlicher auf. Für Jugendliche der zweiten Generation sind in fast allen Kompetenzbereichen positive Trends sowie vereinzelt signifikante Verringerungen der Disparitäten festzustellen. Für Jugendliche der ersten Generation haben sich die Kompetenznachteile in allen Fächern dagegen erheblich verstärkt, wobei dies insbesondere Jugendliche aus arabischen Ländern betrifft.

Die Ergebnisse der Analysen unter Berücksichtigung familiärer Hintergrundmerkmale weisen darauf hin, dass die schulischen Kompetenzen nach wie vor stark von sozialen Hintergrundmerkmalen der Familie abhängen (vgl. auch Kapitel 8). Entsprechend lassen sich zuwanderungsbezogene Disparitäten teilweise auf Unterschiede im sozioökonomischen Status der Familie, auf den Bildungshintergrund der Eltern und auf die Häufigkeit, mit der in der Familie Deutsch gesprochen wird, zurückführen. Nach statistischer Kontrolle dieser Merkmale reduzieren sich zwar die Kompetenznachteile der Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungshintergrund deutlich, für einige Teilgruppen sind aber weiterhin substantielle Disparitäten zu beobachten. Zudem bestätigt sich die Bedeutung der in der Familie gesprochenen Sprache: Bei vergleichbarem sozioökonomischen Status der Familie und Bildungshintergrund sowie Geburtsland der Eltern sind die in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern erzielten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern, die in der Familie „manchmal Deutsch“ oder „nie Deutsch“ sprechen, geringer ausgeprägt als die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit ausschließlich deutscher Familiensprache. Diese Befunde unterstreichen erneut, wie wichtig es ist, Jugendlichen nichtdeutscher Herkunftssprache geeignete Lerngelegenheiten für den Erwerb und die kontinuierliche Weiterentwicklung bildungssprachlicher Kompetenzen in der Instruktionssprache Deutsch zur Verfügung zu stellen. Dass auch nach statistischer Kontrolle des sozioökonomischen und bildungsbezogenen Hintergrunds sowie des familiären Sprachgebrauchs in einigen Herkunftgruppen ausgeprägte Kompetenznachteile bestehen bleiben, verdeutlicht zugleich, dass weitere Faktoren zur Entstehung und Aufrechterhaltung der zuwanderungsbezogenen Disparitäten beitragen dürften. Hier könnten möglicherweise auch eine Stigmatisierung von und mangelnde Wertschätzung gegenüber einzelnen Zuwanderergruppen, wie sie teilweise im öffentlichen Diskurs über Zuwanderung und Integration zu erkennen sind, eine Rolle spielen. So haben sozialpsychologische Studien wiederholt gezeigt, dass sich gesellschaftlich vorhandene Stereotype negativ auf das Leistungspotential und die Motivation stigmatisierter Personen auswirken können (Diehl & Fick, 2016).

Neben zuwanderungsbezogenen Disparitäten im Kompetenzerwerb wurden im IQB-Bildungstrend 2018 auch Analysen zur sozialen Eingebundenheit und zur Schulzufriedenheit berichtet. Die Befunde zeigen, dass sich Jugendliche weitgehend unabhängig von ihrem Zuwanderungshintergrund überwiegend gut in ihrer Klasse integriert fühlen und eine hohe Zufriedenheit mit ihrer Schule berichten. Dass die soziale Eingebundenheit und die Schulzufriedenheit in der ersten Zuwanderergeneration geringer ausgeprägt sind als bei Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund, ist teilweise auf die Angaben der Jugendlichen mit Fluchthintergrund zurückzuführen. Geflüchtete Jugendliche unterscheiden sich im Mittel etwas stärker von Schülerinnen und Schülern der zweiten Generation be-

ziehungsweise von Schülerinnen und Schülern ohne Zuwanderungshintergrund als Jugendliche der ersten Zuwanderergeneration ohne Fluchtbiografie. Diese Unterschiede sind plausibel, da Schülerinnen und Schüler mit Fluchthintergrund zum Zeitpunkt der Erhebung erst seit etwa zweieinhalb Jahren eine deutsche Schule besuchten und einen Teil davon mitunter in separaten Klassen verbracht haben. Zudem verfügen sie häufig über deutlich geringere deutsche Sprachkenntnisse als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler und kommen teilweise aus Ländern, in denen sich das Schulleben erheblich vom Schulalltag in deutschen Schulen unterscheiden dürfte. Angesichts dieser erschwerten Bedingungen kann es als Erfolg gewertet werden, dass die geflüchteten Schülerinnen und Schüler ihre soziale Eingebundenheit und Schulzufriedenheit insgesamt recht hoch einschätzen. Dieses tendenziell positive Bild der schulischen Integration von Jugendlichen mit Fluchtbiografie wird auch von den Schulleiterinnen und Schulleitern bestätigt, die mehrheitlich berichten, dass die Integration geflüchteter Schülerinnen und Schüler an ihrer Schule insgesamt gut gelingt.

Die Ergebnisse zur sozialen Eingebundenheit und Schulzufriedenheit entsprechen weitgehend den Befunden für Neuntklässlerinnen und Neuntklässler (Haag et al., 2016) sowie Viertklässlerinnen und Viertklässler (Rjosk et al., 2017) aus früheren IQB-Bildungstrends, wobei in diesen Studien keine Angaben von geflüchteten Kindern und Jugendlichen separat ausgewertet werden konnten.

Die in diesem Kapitel berichteten Befunde zu den zuwanderungsbezogenen Disparitäten in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik geben Hinweise darauf, in welchen Bereichen weiterhin verstärkter Förderbedarf für Jugendliche aus zugewanderten Familien besteht. Besonders groß sind die Disparitäten in den naturwissenschaftlichen Fächern, wohingegen die zuwanderungsbezogenen Kompetenznachteile in Mathematik etwas weniger stark ausgeprägt sind. Dies könnte damit zusammenhängen, dass die sprachlichen Anforderungen in den naturwissenschaftlichen Fächern und insbesondere im Fach Biologie, wo die größten Kompetenzunterschiede zu beobachten sind, höher sind als im Fach Mathematik. Außerdem weisen die Ergebnisse dieses Kapitels erneut darauf hin, dass die zur Verfügung stehenden sprachlichen Lerngelegenheiten für den Kompetenzerwerb zentral sind und eine der wichtigsten Aufgaben in der Sekundarstufe I, aber auch im Elementar- und Primarbereich, darin besteht, alle Schülerinnen und Schüler sprachlich in die Lage zu versetzen, die verfügbaren Bildungsangebote zu nutzen. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass in Deutschland weitere Anstrengungen unternommen werden müssen, um dieses Ziel zu erreichen.

Literatur

- Autorengruppe Bildungsberichterstattung. (2016). *Bildung in Deutschland 2016. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration*. Bielefeld: Bertelsmann.
- BAMF (2019) = Bundesamt für Migration und Flüchtlinge. (2019). *Erstverteilung der Asylsuchenden (EASY)*. Verfügbar unter <http://www.bamf.de/DE/Fluechtlingsschutz/AblaufAsylv/Erstverteilung/erstverteilung-node.html>.
- Brücker, H., Rother, N. & Schupp, J. (Hrsg.). (2016). *IAB-BAMF-SOEP-Befragung von Geflüchteten: Überblick und erste Ergebnisse*. Berlin: DIW Berlin.
- Diehl, C. & Fick, P. (2016). Ethnische Diskriminierung im deutschen Bildungssystem. In C. Diehl, C. Hunkler & C. Kristen (Hrsg.), *Ethnische Ungleichheiten im Bildungsverlauf: Mechanismen, Befunde, Debatten* (S. 243–286). Wiesbaden: Springer.

- Ehmke, T. & Siegle, T. (2005). ISEI, ISCED, HOMEPOS, ESCS. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8, 521–539.
- Esser, H. (2006). *Sprache und Integration. Die sozialen Bedingungen und Folgen des Spracherwerbs von Migranten*. Frankfurt a. M.: Campus.
- Fazel, M., Wheeler, J. & Danesh, J. (2005). Prevalence of serious mental disorder in 7000 refugees resettled in western countries: A systematic review. *Lancet*, 365, 1309–1314.
- Foroutan, N. (2010). Neue Deutsche, Postmigranten und Bindungs-Identitäten. Wer gehört zum neuen Deutschland? *Aus Politik und Zeitgeschichte*, 46–47, 9–15.
- Furthmüller, P. (2014). *Skalenverzeichnis. Skalen und Indizes der Scientific-Use-Files 2005 bis 2009. Studie zur Entwicklung von Ganztagschulen (StEG)*. München: Deutsches Jugendinstitut e.V.
- Ganzeboom, H. B. G. (2010). *A new international socio-economic index [ISEI] of occupational status for the International Standard Classification of Occupation 2008 [ISCO-08] constructed with data from the ISSP 2002–2007; with an analysis of quality of educational measurement in ISSP*. Vortrag auf der Annual Conference of International Social Survey Programme, Lissabon.
- Ganzeboom, H. B. G., De Graaf, P. M., Treiman, D. J. & De Leeuw, J. (1992). A Standard International Socio-Economic Index of Occupational Status. *Social Science Research*, 21, 1–56.
- Gebhardt, M., Rauch, D., Mang, J., Sälzer, C. & Stanat, P. (2013). Mathematische Kompetenz von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 275–308). Münster: Waxmann.
- Graham, J. W. (2009). Missing data analysis: Making it work in the real world. *Annual Review of Psychology*, 60, 549–576.
- Haag, N., Böhme, K., Rjosk, C. & Stanat, P. (2016). Zuwanderungsbezogene Disparitäten. In P. Stanat, K. Böhme, S. Schipolowski & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2015. Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 431–479). Münster: Waxmann.
- Kempert, S., Edele, A., Rauch, D., Wolf, K. M., Paetsch, J., Darsow, A., Maluch, J. & Stanat, P. (2016). Die Rolle der Sprache für zuwanderungsbezogene Ungleichheiten im Bildungserfolg. In C. Diehl, C. Hunkler & C. Kristen (Hrsg.), *Ethnische Ungleichheiten im Bildungsverlauf: Mechanismen, Befunde, Debatten* (S. 157–241). Wiesbaden: Springer.
- OECD (2013) = Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). *PISA 2012 results: Ready to learn: Students' engagement, drive and self-beliefs (Volume III)*. Paris, France: OECD Publishing.
- OECD (2017) = Organisation for Economic Co-operation and Development. (2017). *PISA 2015. Technical report*. Paris, France: OECD Publishing.
- OECD, Eurostat & UNESCO Institute for Statistics. (2015). *ISCED 2011 operational manual. Guidelines for classifying national education programmes and related qualifications*. Paris, France: OECD Publishing.
- Olczyk, M., Seuring, J., Will, G. & Zinn, S. (2016). Migranten und ihre Nachkommen im deutschen Bildungssystem: Ein aktueller Überblick. In C. Diehl, C. Hunkler & C. Kristen (Hrsg.), *Ethnische Ungleichheiten im Bildungsverlauf: Mechanismen, Befunde, Debatten* (S. 33–70). Wiesbaden: Springer.
- Pöhlmann, C., Haag, N. & Stanat, P. (2013). Zuwanderungsbezogene Disparitäten. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 297–329). Münster: Waxmann.
- Rauch, D., Mang, J., Härtig, H. & Haag, N. (2016). Naturwissenschaftliche Kompetenz von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 317–348). Münster: Waxmann.
- Richmond, A. H. (1993). Reactive migration: Sociological perspectives on refugee movements. *Journal of Refugee Studies*, 6, 7–24.
- Rjosk, C., Haag, N., Heppt, B. & Stanat, P. (2017). Zuwanderungsbezogene Disparitäten. In P. Stanat, S. Schipolowski, C. Rjosk, S. Weirich & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2016. Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 237–275). Münster: Waxmann.

- Roeser, R. W., Eccles, J. S. & Sameroff, A. J. (2000). School as a context of early adolescents' academic and social-emotional development: A summary of research findings. *The Elementary School Journal*, 100, 443–471.
- Schafer, J. L. & Graham, J. W. (2002). Missing data: Our view of the state of the art. *Psychological Methods*, 7, 147–177.
- Shen, H., Magnusson, C., Rai, D., Lundberg, M., Le-Scherban, F., Dalman, C. & Lee, B. K. (2016). Associations of parental depression with child school performance at age 16 years in Sweden. *JAMA Psychiatry*, 73, 239–246.
- UNHCR (2018) = United Nations High Commissioner for Refugees. (2018). *UNHCR global trends: Forced displacement in 2017*. Verfügbar unter <https://www.unhcr.org/5b27be547.pdf>.
- Walter, O. (2008). Herkunftsassoziierte Disparitäten im Lesen, der Mathematik und den Naturwissenschaften: ein Vergleich zwischen PISA 2000, PISA 2003 und PISA 2006. In M. Prenzel & J. Baumert (Hrsg.), *Vertiefende Analysen zu PISA 2006: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (S. 149–168). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kapitel 10

Motivationale Schülermerkmale im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern

Malte Jansen, Rebecca Schneider, Stefan Schipolowski
und Sofie Henschel

Der Erwerb schulbezogener Kompetenzen ist immer auch mit Einstellungen, Werten und Motiven verknüpft (Klieme et al., 2003; Weinert, 2001). Neben Wissen und Fähigkeiten sollen deshalb durch Unterricht auch motivationale Aspekte schulischer Kompetenzen gefördert werden, die damit selbst zu wichtigen Zielgrößen des Bildungssystems werden. Daher werden in Schulleistungstudien zur Beobachtung von Bildungssystemen in der Regel auch motivationale Indikatoren untersucht (Jansen, Schroeders & Stanat, 2013; OECD, 2003, 2009, 2015; Prenzel & Schütte, 2008; Schiepe-Tiska, Simm & Schmidtner, 2016).

Im vorliegenden Kapitel werden zwei wichtige motivationale Aspekte des Bildungserfolgs genauer betrachtet. Unter dem *fachbezogenen (Fähigkeits-) Selbstkonzept* versteht man die eigenen Fähigkeitseinschätzungen einer Schülerin beziehungsweise eines Schülers in einem bestimmten Schulfach, also das Vertrauen in die eigenen fachspezifischen Fähigkeiten (Möller & Köller, 2004; Möller & Trautwein, 2009). Das *fachbezogene Interesse* äußert sich durch anhaltende Wertschätzung und positive Emotionen gegenüber fachlichen Inhalten und durch die Beschäftigung mit diesen Inhalten (Schiefele, 2009). Nach dieser Definition würde eine Schülerin oder ein Schüler mit einem hohen Interesse an Mathematik sowohl die Inhalte des Fachs als reizvoll und wichtig beurteilen als auch Freude an der Beschäftigung mit mathematischen Problemstellungen haben. Neben mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen sind ein positives Selbstkonzept und ein anhaltendes fachliches Interesse wichtige Voraussetzungen dafür, dass Schülerinnen und Schüler extracurricularen und außerschulischen Aktivitäten in mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereichen nachgehen und die im Unterricht erworbenen Kompetenzen im Alltag erproben und anwenden (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2005; Wigfield & Eccles, 2000). Auch Kurswahlpräferenzen und die Wahl von Studienfächern und Berufen werden nicht nur durch die von Schülerinnen und Schülern erreichten Kompetenzen beeinflusst, sondern auch durch fachspezifische Selbstkonzepte und Interessen (Wang & Degol, 2013).

Im vorliegenden Kapitel wird zum einen berichtet, wie motivationale Faktoren im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik bei der Gesamtpopulation des IQB-Bildungstrends 2018 ausgeprägt sind. Zum anderen wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich die Ausprägungen dieser Merkmale zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben. Zunächst fassen wir in Abschnitt 10.1 den Forschungsstand zur Rolle von Selbstkonzepten und Interessen in der schulischen Bildung knapp zusammen. Im Anschluss werden in Abschnitt 10.2. bisherige Befunde zu zeitlichen Veränderungen der schulischen Motivation in verschiedenen Schülerkohorten dargestellt. In Abschnitt 10.3 wird beschrieben, wie mathematische und naturwis-

senschaftliche Selbstkonzepte und Interessen im IQB-Bildungstrend 2018 erfasst wurden. Anschließend stellen wir in Abschnitt 10.4 zunächst die Ergebnisse für die im Jahr 2018 untersuchten Fächer Mathematik, Biologie, Chemie und Physik dar. Dabei wird neben der Ausprägung von Selbstkonzept und Interesse in der Gesamtpopulation auch auf Geschlechterunterschiede und Zusammenhänge zu schulischen Kompetenzen eingegangen. In Abschnitt 10.5 wird dann anhand eines Vergleichs der Befunde des IQB-Bildungstrends 2018 mit den Ergebnissen des IQB-Ländervergleichs 2012 überprüft, inwieweit sich die Ausprägungen fachspezifischer motivationaler Merkmale in der Sekundarstufe I sowie die Geschlechterunterschiede in den letzten sechs Jahren verändert haben. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse (Abschnitt 10.6).

10.1 Die Rolle von Selbstkonzept und Interesse in der schulischen Bildung

Sowohl das Selbstkonzept als auch das Interesse sind zeitlich relativ stabile, fachspezifische Schülermerkmale, die sich bereits in der Primarstufe formen und im Laufe der Schullaufbahn weiter entwickeln und ausdifferenzieren (Helmke, 1998; Hidi & Renninger, 2006; Marsh, 1990; Schiefele & Wild, 2000; Weidinger, Spinath & Steinmayr, 2015). Beide bilden wichtige Bedingungsfaktoren des individuellen schulischen Erfolgs (Hattie, 2009; Krapp, Schiefele & Schreyer, 1993; Kriegbaum, Becker & Spinath, 2018) und werden im Erwartungs-Wert-Modell der Leistungsmotivation (Wigfield & Eccles, 2000) aufgegriffen. Demnach werden die Leistungsmotivation von Schülerinnen und Schülern sowie schulische und berufliche Wahlentscheidungen durch subjektive Erfolgserwartungen und dem einer Aufgabe oder Aktivität beigemessenen subjektiven Wert bestimmt. Das Selbstkonzept wird dabei der Erwartungskomponente zugeordnet und Interesse bildet einen Teil der Wertkomponente. Schülerinnen und Schüler, die sich selbst für kompetent in einem Fach halten sowie ein ausgeprägtes Interesse an der Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten zeigen, weisen eine höhere Leistungsmotivation auf, erzielen höhere Kompetenzzuwächse, setzen sich höhere Bildungsziele und wählen häufiger schwierigere Kurse (für Befunde zum Fach Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern, die auch im Mittelpunkt dieses Kapitels stehen, siehe z.B. Guo, Parker, Marsh & Morin, 2015; Köller, Baumert & Schnabel, 2001; Köller, Daniels, Schnabel & Baumert, 2000; Lauer- mann, Chow & Eccles, 2015; Lauer- man, Tsai & Eccles, 2017; Trautwein et al., 2012). Darüber hinaus zeigen sich auch langfristige Effekte des fachbezogenen Selbstkonzepts und insbesondere des Interesses auf den Studienfachwunsch und auch auf die tatsächliche Studienfachwahl nach der Schulzeit (z.B. Lauer- mann et al., 2015; 2017; Parker et al., 2012), was in Anbetracht der bildungspolitischen Diskussion über Studierendenzahlen in den MINT-Fächern¹ besonders relevant erscheint.

Sowohl für das Selbstkonzept als auch für das Interesse wurden stereotyp Geschlechterunterschiede nachgewiesen: Jungen weisen im Mittel ein höheres Selbstkonzept und Interesse in Mathematik, Mädchen hingegen ein höheres Selbstkonzept und Interesse in sprachlichen Fächern auf (Gaspard et al., 2014; Schilling, Sparfeldt & Rost, 2006). In den naturwissenschaftlichen Fächern fal-

¹ Das Akronym MINT steht für *Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik*.

len die Geschlechterunterschiede je nach Fach unterschiedlich aus. Während in bisherigen Studien keine Selbstkonzept- und Interessensunterschiede in Biologie festgestellt wurden, finden sich in Chemie und in der Regel in Physik höhere Werte für Jungen als für Mädchen (Jansen, Schroeders & Lüdtke, 2014; Jansen & Stanat, 2015). Diese substanziellen Geschlechterunterschiede im fachbezogenen Selbstkonzept und Interesse treten auf, obwohl keine oder nur geringe Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen und Jungen in diesen Fächern bestehen (Hyde & Linn, 2006; Schroeders, Penk, Jansen & Pant, 2013; siehe auch Kapitel 7). Ausgehend vom Erwartung-Wert-Modell wird angenommen, dass die Selbstkonzepts- und Interessensunterschiede zwischen den Geschlechtern zur Erklärung der differenziellen Studierendenzahlen in den MINT-Fächern beitragen (Wang & Degol, 2013).

Auch die großen Schulleistungsstudien haben das Selbstkonzept und das Interesse von Schülerinnen und Schülern in Deutschland untersucht (Artelt, Demmrich & Baumert, 2001; Kleickmann, Brehl, Saß, Prenzel & Köller, 2012; Pekrun, Frenzel, Zimmer & Lichtenfeld, 2005; Prenzel & Schütte, 2008; Schiepe-Tiska et al., 2016). Die Ergebnisse bestätigen, dass ein ausgeprägtes Selbstkonzept und Interesse in Mathematik und den Naturwissenschaften in der Regel mit höheren Kompetenzwerten einhergehen, sodass ein Großteil der leistungsstarken Schülerinnen und Schüler auch ein hohes Selbstkonzept aufweist und am jeweiligen Fach interessiert ist. Die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Interessen in einem bestimmten Bereich werden jedoch unter anderem auch durch Geschlechterstereotype (z.B. Kessels & Hannover, 2008), Vergleiche mit Mitschülerinnen und Mitschülern sowie den eigenen Leistungen in anderen Fächern und mit früheren Kompetenzerfahrungen beeinflusst (Wolff, Helm, Zimmermann, Nagy & Möller, 2018). Eine hohe Kompetenz geht daher nicht immer mit einem hohen Selbstkonzept und Interesse einher. So gibt es auch einen nicht zu vernachlässigenden Anteil vor allem von Mädchen, die trotz eines hohen Kompetenzniveaus in den Fächern Mathematik, Chemie und Physik ein niedriges Selbstkonzept und/oder Interesse aufweisen (Jansen et al., 2013; Schroeders et al., 2013). Leistungsstarke, aber vergleichsweise weniger interessierte Schülerinnen und Schüler könnten besonders von einer Förderung des Selbstkonzepts und des Interesses profitieren: aufgrund ihrer Kompetenzen wären sie zwar in der Lage, ein Studium oder eine Ausbildung in einem MINT-Bereich aufzunehmen, sind möglicherweise aber nicht ausreichend motiviert, dies tatsächlich zu tun.

10.2 Befunde zu Kohortenunterschieden in schulischer Motivation

Wie im letzten Abschnitt erwähnt, wurden das fachbezogene Selbstkonzept und Interesse bereits im IQB-Ländervergleich 2012 erfasst. Somit kann nun untersucht werden, inwieweit sich die Ausprägungen dieser motivationalen Merkmale im Jahr 2018 im Vergleich zum Jahr 2012 verändert haben. Bisherige Studien zu Mittelwertsveränderungen in Merkmalen der schulischen Motivation im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich über die Zeit ergeben ein uneinheitliches Bild: Zwischen den Jahren 2003 und 2012 zeigte sich in den PISA-Studien² für 15-jährige Schülerinnen und Schüler in Deutschland eine Zunahme der Selbstwirksamkeitserwartung im Fach Mathematik bei einer leicht-

2 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.

ten Abnahme der Lernfreude; Veränderungen im Selbstkonzept wurden hingegen nicht festgestellt (Schiepe-Tiska & Schmidtner, 2013). Im Bereich der Naturwissenschaften wurde für den Zeitraum zwischen 2006 und 2015 ein Abfall verschiedener motivationaler Merkmale (Lernfreude, instrumentelle Motivation, Selbstwirksamkeitserwartung) beobachtet (Schiepe-Tiska et al., 2016).

Über zeitliche Veränderungen in den Mittelwerten hinaus soll im vorliegenden Kapitel auch untersucht werden, ob sich die Geschlechterunterschiede im fachbezogenen Selbstkonzept und Interesse über die Zeit verändert haben. Der Gleichstellungsindex der Europäischen Union, der Indikatoren aus vielen gesellschaftlichen Bereichen umfasst, stieg in Deutschland zwischen 2005 und 2015 langsam an (Europäisches Institut für Gleichstellungsfragen, 2018). Denkbar wäre, dass sich durch gesamtgesellschaftliche Entwicklungen hin zu mehr Gleichstellung und weniger starren Geschlechterrollen auch die Stereotypisierung von Schulfächern und Berufszweigen reduziert und sich dadurch auch auf schulfachbezogene Selbstkonzepte und Interessen von Jungen und Mädchen auswirkt und die Geschlechterunterschiede verringert – auch wenn diese Entwicklungen prinzipiell auch unabhängig voneinander verlaufen könnten.

Andererseits wird in der empirischen Bildungsforschung seit einiger Zeit beobachtet, dass Jungen im Vergleich zu Mädchen schlechtere Schulnoten erhalten, weniger häufig Gymnasien besuchen und die Schule häufiger ohne Abschluss verlassen (z.B. Hannover & Kessels, 2011; Helbig, 2012). In Anbetracht dieser Entwicklung wäre zu erwarten, dass sich Geschlechterunterschiede in Kompetenzen und motivationalen Merkmalen ebenfalls zugunsten der Mädchen entwickeln. Demnach sollten diese Unterschiede in Domänen, in denen Mädchen schon Vorteile zeigen (v.a. die sprachlichen Fächer, siehe Böhme, Sebold, Weirich & Stanat, 2016) oder in denen bisher nur geringe oder keine Geschlechterunterschiede bestehen (z.B. Biologie, siehe Jansen et al., 2013), größer werden, also stärker zugunsten der Mädchen ausfallen. In Domänen, in denen Jungen bisher Vorteile zeigen, also in Mathematik, Chemie und Physik (Jansen et al., 2013; Schroeders et al., 2013), müsste dieses Phänomen zu einer Verringerung der Geschlechterunterschiede führen.

Die Befundlage aus *Large Scale Assessment*-Studien in Deutschland zu zeitlichen Veränderungen in Geschlechterunterschieden schulischer Motivation ist nicht sehr umfangreich. Schiepe-Tiska et al. (2016) berichten einen leicht stärkeren Rückgang motivationaler Merkmale in den Naturwissenschaften für Mädchen als für Jungen zwischen den Jahren 2006 und 2015 auf Basis der PISA-Daten. Die oben erwähnte Zunahme der Selbstwirksamkeitserwartung und die Abnahme der Lernfreude von 2003 zu 2012 in Mathematik zeigte sich gleichermaßen für Jungen und Mädchen (Schiepe-Tiska et al., 2013).

10.3 Erfassung motivationaler Merkmale im IQB-Bildungstrend 2018

Zur Erfassung des fachlichen Selbstkonzepts und Interesses in den Fächern Mathematik sowie Biologie, Chemie und Physik wurden den Schülerinnen und Schülern im Rahmen des Schülerfragebogens die gleichen Aussagen vorgelegt wie im Jahr 2012. Auf einer vierstufigen Skala beurteilten die Jugendlichen, inwieweit die Aussagen auf sie selbst zutreffen (1 = „trifft überhaupt nicht zu“, 2 = „trifft eher nicht zu“, 3 = „trifft eher zu“, 4 = „trifft völlig zu“). Pro Fach enthielt der Schülerfragebogen vier Aussagen zur Erfassung des Selbstkonzepts (z.B. für das Fach Mathematik „In Mathematik lerne ich schnell.“) und vier

Aussagen zur Erfassung des Interesses (z.B. „Für Mathematik interessiere ich mich.“), in denen jeweils der fachliche Bezug variiert wurde. Aus den Beurteilungen der vier Aussagen pro Fach wurde für jede Schülerin und jeden Schüler der Mittelwert (Skalenwert) gebildet. Für die im Folgenden dargestellten Analysen erfolgte eine multiple Imputation fehlender Werte für die Jahre 2012 und 2018 (siehe auch Kapitel 13).³

In Anlehnung an das Vorgehen im IQB-Ländervergleich 2012 wurde auf Basis des Skalenwerts auch der Anteil der Schülerinnen und Schüler ermittelt, die im Durchschnitt der vier Aussagen ein „niedriges“ (Skalenwert ≤ 2), ein „mittleres“ (Skalenwert > 2 und < 3) oder ein „hohes“ (Skalenwert ≥ 3) Selbstkonzept beziehungsweise Interesse aufweisen (vgl. Jansen, et al., 2013). Die internen Konsistenzen der insgesamt acht Skalen zum fachbezogenen Selbstkonzept und Interesse waren sehr gut (Cronbachs α : 0.83–0.92).

10.4 Selbstkonzept und Interesse von Schülerinnen und Schülern im Jahr 2018

10.4.1 Gesamtpopulation

Im Folgenden wird für das Jahr 2018 der Frage nachgegangen, inwieweit die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe über Vertrauen in ihre eigenen Fähigkeiten in Mathematik, Biologie, Chemie und Physik verfügen sowie Interesse an diesen Fächern zeigen. Dazu werden sowohl die Mittelwerte als auch die Anteile der Jugendlichen, die ein niedriges, mittleres oder hohes Selbstkonzept beziehungsweise Interesse aufweisen, nach Fächern getrennt für Deutschland insgesamt berichtet. Entsprechende Ergebnisse zu den Selbstkonzepten und Interessen von Schülerinnen und Schülern in den Ländern sind im Zusatzmaterial zu finden, das auf der Homepage des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) bereitgestellt wird (siehe Abb. 10.1web und 10.2web).

In Abbildung 10.1 sind die Anteile der Jugendlichen mit niedrigem, mittlerem und hohem fachspezifischem Selbstkonzept beziehungsweise fachlichem Interesse in Deutschland insgesamt dargestellt. Rechts neben den horizontalen Stapelbalken sind die Skalenmittelwerte (M) sowie die Standardabweichungen der Skalenwerte (SD) angegeben. Die Werte werden jeweils für die Gesamtpopulation sowie getrennt für Mädchen und Jungen abgebildet. Die Differenz der Mittelwerte zwischen Mädchen und Jungen kann der Spalte $M_M - M_J$ entnommen werden, für die auch der zugehörige Standardfehler (SE) sowie das Effektstärkemaß Cohens d (siehe Kapitel 3.2) angegeben ist.

Im Fach Mathematik liegt der Mittelwert des berichteten Selbstkonzepts der Schülerinnen und Schüler in Deutschland insgesamt bei 2.60 Punkten auf der vierstufigen Skala. Etwa 39 Prozent der Schülerinnen und Schüler weisen ein hohes Selbstkonzept auf. Dem gegenüber steht ein Drittel von Jugendlichen (33 %), die über ein niedriges Selbstkonzept und damit über weniger günstige Lernvoraussetzungen verfügen. Für das Interesse an Mathematik liegt der Mittelwert bei 2.34 Punkten. Nur etwa 25 Prozent der Schülerinnen und Schüler

3 Da die fehlenden Werte im IQB-Ländervergleich 2012 nicht ersetzt wurden, können durch die Nutzung multipel imputierter Werte in den aktuellen Analysen geringfügige Abweichungen zwischen den hier berichteten Werten für das Jahr 2012 und den im Berichtsband zum IQB-Ländervergleich 2012 berichteten Werten (Jansen et al., 2013) auftreten.

Abbildung 10.1: Fachbezogenes Selbstkonzept und fachliches Interesse in der Gesamtpopulation sowie getrennt für Mädchen und Jungen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik

Merkmal		niedrig	mittel	hoch	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M_M – M_J</i>	(<i>SE</i>)	<i>d</i>
Mathematik									
Selbstkonzept	Gesamt	33%	28%	39%	2.60	0.83	-0.25	(0.01)	-0.31
	Mädchen	39%	28%	34%	2.47	0.82			
	Jungen	27%	29%	45%	2.72	0.81			
Interesse	Gesamt	42%	33%	25%	2.34	0.80	-0.16	(0.01)	-0.20
	Mädchen	47%	32%	21%	2.26	0.79			
	Jungen	38%	34%	28%	2.41	0.81			
Biologie									
Selbstkonzept	Gesamt	18%	38%	44%	2.77	0.68	0.10	(0.01)	0.15
	Mädchen	16%	38%	47%	2.82	0.67			
	Jungen	20%	39%	41%	2.72	0.69			
Interesse	Gesamt	34%	38%	28%	2.47	0.78	0.21	(0.01)	0.26
	Mädchen	29%	39%	33%	2.58	0.77			
	Jungen	39%	37%	24%	2.37	0.78			
Chemie									
Selbstkonzept	Gesamt	32%	37%	32%	2.53	0.76	-0.12	(0.01)	-0.16
	Mädchen	35%	36%	29%	2.47	0.76			
	Jungen	29%	37%	35%	2.59	0.76			
Interesse	Gesamt	46%	32%	22%	2.26	0.83	-0.15	(0.02)	-0.18
	Mädchen	50%	32%	18%	2.18	0.81			
	Jungen	43%	32%	25%	2.33	0.84			
Physik									
Selbstkonzept	Gesamt	32%	38%	30%	2.50	0.74	-0.29	(0.01)	-0.40
	Mädchen	40%	38%	22%	2.35	0.72			
	Jungen	25%	39%	37%	2.64	0.74			
Interesse	Gesamt	51%	30%	19%	2.19	0.82	-0.39	(0.01)	-0.49
	Mädchen	62%	26%	12%	1.99	0.76			
	Jungen	41%	33%	26%	2.38	0.83			

Anmerkungen. Die Balken geben die Anteile von Schülerinnen und Schülern mit niedrigem (Skalenwert 2), mittlerem (Skalenwert > 2 und < 3) und hohem (Skalenwert 3) Selbstkonzept beziehungsweise Interesse an. Im Balkendiagramm werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Summe der Prozente minimal von 100 abweichen. *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung; *M_M* = Mittelwert in der Gruppe der Mädchen; *M_J* = Mittelwert in der Gruppe der Jungen; *SE* = Standardfehler, *d* = Effektstärke Cohens *d*. Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$).

weisen ein hohes Interesse an mathematischen Themen auf, der Anteil mit geringem Interesse liegt mit 42 Prozent deutlich höher.

Für das Fach Biologie sind die Mittelwerte des Selbstkonzepts (2.77 Punkte) und des Interesses (2.47 Punkte) im Vergleich zu den anderen betrachteten Fächern am höchsten ausgeprägt. Entsprechend sind auch die Anteile der Schülerinnen und Schüler in Deutschland, die ein hohes Selbstkonzept (44%) beziehungsweise Interesse (28%) in Biologie aufweisen, im Vergleich der Fächer am höchsten. Etwa 18 Prozent der Jugendlichen geben ein niedriges Selbstkonzept in Biologie, 34 Prozent ein niedriges Interesse an biologischen Themen an.

Am niedrigsten fallen die Mittelwerte der beiden untersuchten motivationalen Merkmale im Fach Physik aus (Selbstkonzept: 2.50 Punkte, Interesse: 2.19 Punkte). Hier verfügen lediglich 30 Prozent der Jugendlichen über ein hohes Selbstkonzept beziehungsweise 19 Prozent über ein hohes Interesse. Dem gegenüber stehen 32 Prozent der Schülerinnen und Schüler in Deutschland insgesamt mit einem niedrigen Selbstkonzept in Physik beziehungsweise 51 Prozent mit einem niedrigen Interesse an physikalischen Themen. Die entsprechenden Werte für das Fach Chemie liegen zwischen denen für Mathematik und Physik und fallen somit im Vergleich zu Biologie ebenfalls weniger günstig aus.

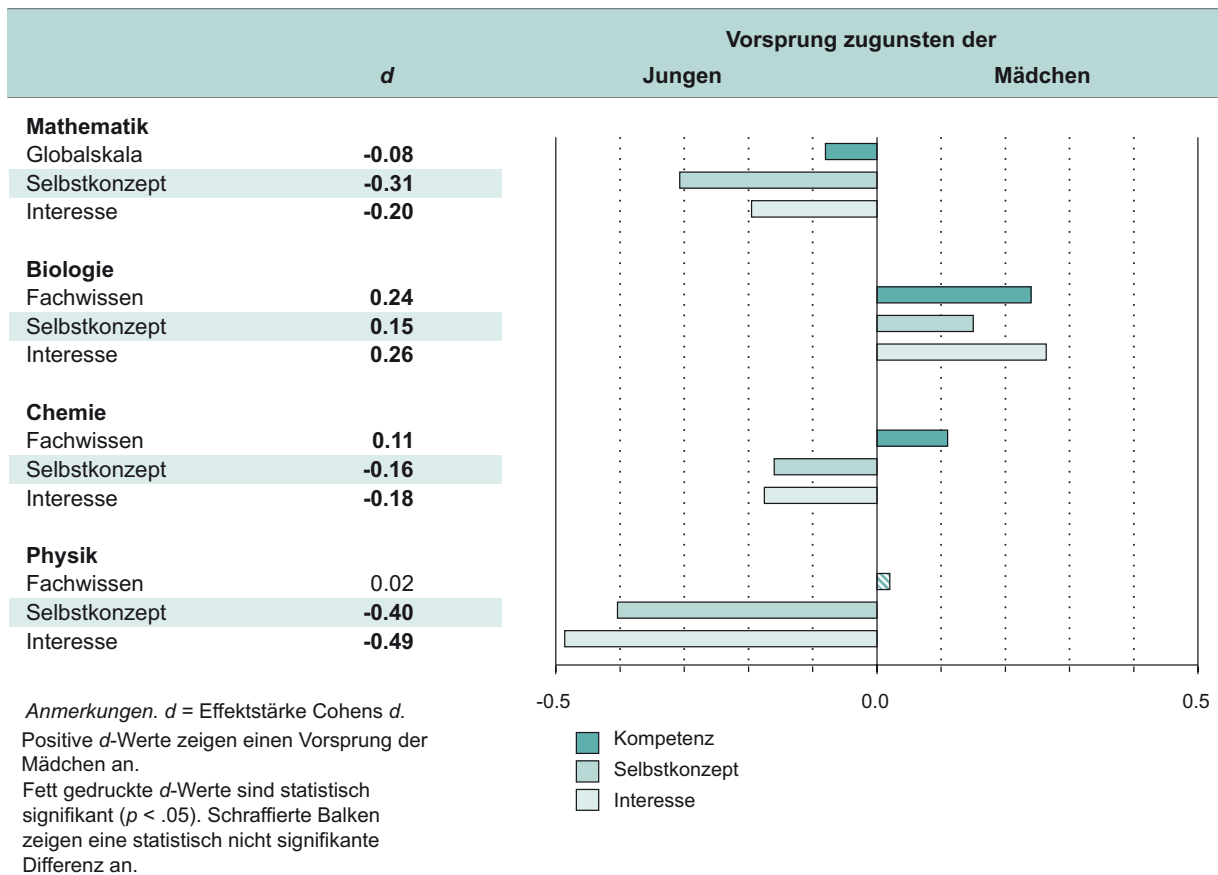
10.4.2 Geschlechtsbezogene Disparitäten

Neben der Ausprägung motivationaler Merkmale für alle Schülerinnen und Schüler in Deutschland insgesamt ist für eine gezielte Weiterentwicklung des Unterrichts zur Förderung schulischer Selbstkonzepte und Interessen auch relevant, ob sich die Werte zwischen Mädchen und Jungen unterscheiden und in welchen Fächern die Differenzen besonders groß sind. Nachfolgend werden die geschlechtsbezogenen Unterschiede im Selbstkonzept und im Interesse nach Fächern getrennt beschrieben.

Abbildung 10.1 lässt sich entnehmen, dass ein hoher Anteil der Mädchen die eigenen Fähigkeiten in Mathematik (39%), Chemie (35%) und Physik (40%) als niedrig einschätzt; lediglich in Biologie berichtet ein vergleichsweise hoher Anteil der Mädchen ein hohes Selbstkonzept (47%). Dieses Befundmuster zeigt sich auch für das fachliche Interesse, wobei – wie auch in der Gesamtgruppe – die Ausprägungen hier generell etwas niedriger sind als beim Selbstkonzept. Die Jungen hingegen berichten überwiegend ein hohes Selbstkonzept in Mathematik (45%) und Biologie (41%) und ein mittleres Selbstkonzept in Chemie (37%) und Physik (39%). Das Interesse wiederum ist bei Jungen in allen Fächern überwiegend gering ausgeprägt.

Es zeigen sich signifikante geschlechtsbezogene Disparitäten in erwarteter Richtung in allen untersuchten Fächern: Während Jungen in den Fächern Mathematik, Chemie und Physik ihre eigenen Kompetenzen im Mittel höher einschätzen als Mädchen ($-0.40 \leq d \leq -0.16$) und auch ein größeres Interesse in diesen Fächern aufweisen ($-0.49 \leq d \leq -0.18$), schätzen sich Mädchen im Fach Biologie im Durchschnitt als fähiger ein ($d = 0.15$) und geben im Mittel ein höheres Interesse an den Inhalten des Biologieunterrichts an als Jungen ($d = 0.26$).

Die Befunde zu Geschlechterunterschieden in den motivationalen Merkmalen im IQB-Bildungstrend 2018 spiegeln nur teilweise die in Kapitel 7 berichteten geschlechtsbezogenen Unterschiede in den mathematischen Kompetenzen (*Globalskala*) und naturwissenschaftlichen Kompetenzen (*Fachwissen*) wider. Unterschiede zwischen den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler einerseits und deren Ausprägung in motivationalen Variablen andererseits werden in Abbildung 10.2 gegenübergestellt.

Abbildung 10.2: Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in den erreichten Kompetenzen, im fachbezogenen Selbstkonzept und im fachlichen Interesse im Fach Mathematik (*Globalskala*) und in den Fächern Biologie, Chemie und Physik (*Fachwissen*)

Im IQB-Bildungstrend 2018 wurden im Fach Mathematik für die Globalskala signifikante, jedoch kleine Kompetenzvorteile zugunsten der Jungen festgestellt ($d = -0.08$; vgl. Kapitel 7). Hierzu passt, dass Jungen sich in Mathematik im Mittel auch als kompetenter einschätzen und ein höheres Interesse am Fach bekunden, wobei die geschlechtsbezogenen Unterschiede in den motivationalen Merkmalen deutlich höher ausgeprägt sind als der Kompetenzunterschied.

In den Naturwissenschaften geht der Kompetenzvorteil der Mädchen in Biologie *Fachwissen* im Jahr 2018 ($d = 0.24$) mit einem höheren Selbstkonzept und Interesse der Mädchen gegenüber den Jungen einher. Dabei ist Biologie das einzige Fach, in dem Richtung und Effektstärke der Geschlechterunterschiede für Kompetenzen und motivationale Merkmale sehr ähnlich sind. Ein anderes Muster zeigt sich im Fach Chemie. Hier weisen Mädchen zwar eine etwas höhere Kompetenz im Bereich *Fachwissen* auf als die Jungen ($d = 0.11$), Jungen berichten jedoch ein höheres Selbstkonzept und Interesse. Im Fach Physik schließlich sind keine signifikanten kompetenzbezogenen Geschlechterunterschiede im Bereich *Fachwissen* festzustellen ($d = 0.02$), die Jungen weisen jedoch ein deutlich höheres Selbstkonzept und Interesse auf als die Mädchen. Die Befunde weisen somit in die gleiche Richtung wie die Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2012: Mädchen, die in Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern im Durchschnitt oft gleich gute oder sogar bessere Kompetenzen als Jungen erreichten, verfügen im Mittel insbesondere in den Fächern Mathematik und Physik über ein deutlich geringer ausgeprägtes Selbstkonzept und Interesse als Jungen (Jansen et al., 2013).

Zusätzlich wurde untersucht, inwieweit sich das Selbstkonzept und das Interesse der Schülerinnen und Schüler in Abhängigkeit davon unterscheiden, welches Kompetenzniveau sie erreicht haben. In den Abbildungen 10.3 und 10.4 ist das Selbstkonzept beziehungsweise das Interesse der Mädchen und Jungen nach der erreichten Kompetenzstufe in Mathematik (*Globalskala*) und in den drei naturwissenschaftlichen Fächern (Kompetenzbereich *Fachwissen*) dargestellt. Dabei wird für jede Kompetenzstufe der Anteil der Schülerinnen und Schüler auf dieser Stufe angegeben, die über ein hohes Selbstkonzept beziehungsweise Interesse verfügen. Die Selbstkonzept- und Interessenwerte der Schülerinnen und Schüler in Mathematik auf Kompetenzstufe I werden aus den entsprechenden Werten für die Kompetenzstufen I.a und I.b (siehe Kapitel 2.2) der Globalskala gemittelt.

Für alle vier betrachteten Fächer wird deutlich, dass sowohl Mädchen als auch Jungen mit höheren Kompetenzwerten im Durchschnitt auch ein höheres Selbstkonzept aufweisen und somit mehr Vertrauen in ihre eigenen Fähigkeiten haben sowie ein höheres Interesse an den Inhalten des jeweiligen Faches berichten. Auffällig ist dennoch, dass in allen Fächern ein nicht unerheblicher Anteil von Schülerinnen und Schülern zu finden ist, die zwar über hohe Kompetenzen verfügen, aber dennoch ein vergleichsweise geringes Selbstkonzept und Interesse aufweisen.

Unabhängig von der erreichten Kompetenzstufe berichtet im Fach Mathematik ein größerer Anteil der Jungen als der Mädchen ein hohes Selbstkonzept und Interesse. Während beispielsweise auf Kompetenzstufe V 84 Prozent der Schülerinnen ein hohes Selbstkonzept aufweisen, sind es bei den Jungen 90 Prozent. Ebenso ist der Anteil an hochinteressierten Jungen auf den einzelnen Kompetenzstufen in Mathematik größer als der Anteil an hochinteressierten Mädchen.

Für die beiden naturwissenschaftlichen Fächer Chemie und Physik zeigt sich sowohl für das Selbstkonzept als auch für das Interesse ein vergleichbares Befundmuster. Besonders auffällig ist der sehr geringe Anteil von Mädchen, die ein besonders hohes Fachwissen und ein hohes Interesse in diesen beiden Fächern aufweisen. Während in Mathematik 47 Prozent der Schülerinnen (im Vergleich zu 60 % der Jungen) auf Kompetenzstufe V ein hohes Interesse an mathematischen Inhalten berichten, sind es in Chemie lediglich 38 Prozent und in Physik 28 Prozent der Mädchen (im Vergleich zu jeweils 51 % der Jungen). Demnach entwickeln selbst sehr leistungsstarke Mädchen in diesen Fächern oft kein hohes Interesse.

Die Ergebnisse im Fach Biologie bilden hier eine Ausnahme. So berichten unabhängig von der Kompetenzstufe vergleichbare Anteile der Mädchen und Jungen hohe Selbstkonzepte in Biologie. Schätzen sich beispielsweise 69 Prozent der Mädchen auf Kompetenzstufe V auch als hochkompetent in Biologie ein, sind es bei den Jungen 72 Prozent. Der Anteil von Mädchen mit hohem Interesse an biologischen Themen ist sogar auf allen Kompetenzstufen größer als der Anteil hochinteressierter Jungen.

Abbildung 10.3: Anteile der Mädchen und Jungen mit hohem Selbstkonzept (Skalenwert ≥ 3) nach erreichter Kompetenzstufe und Fach

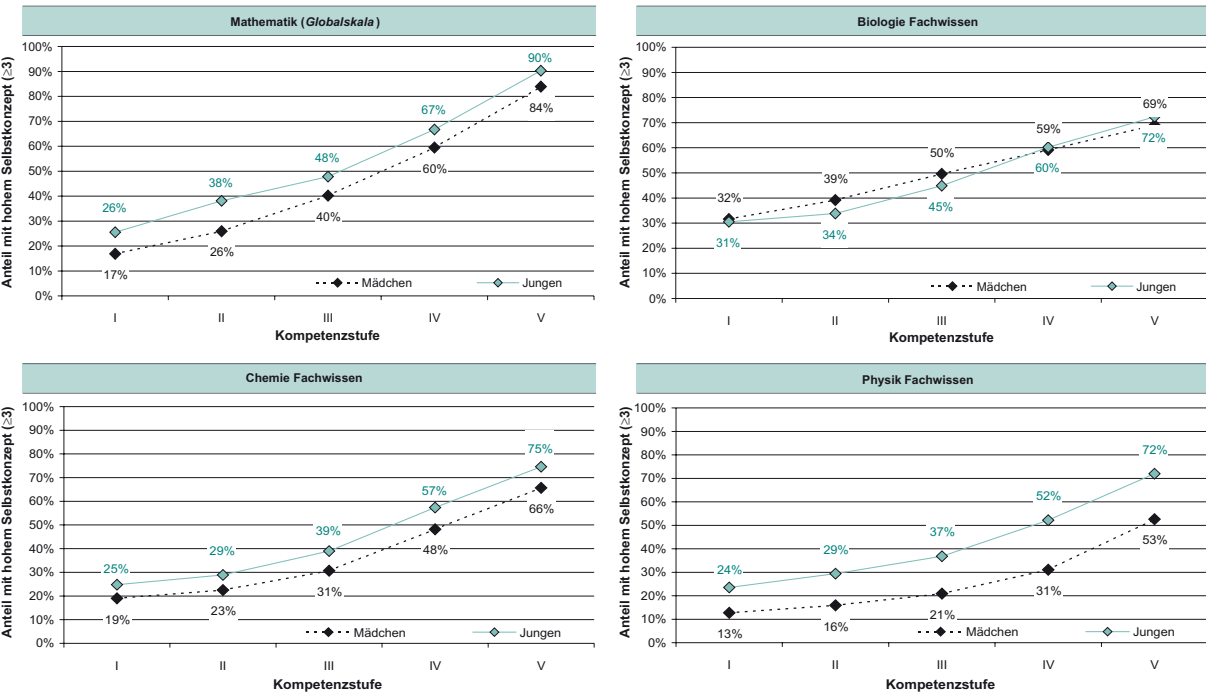
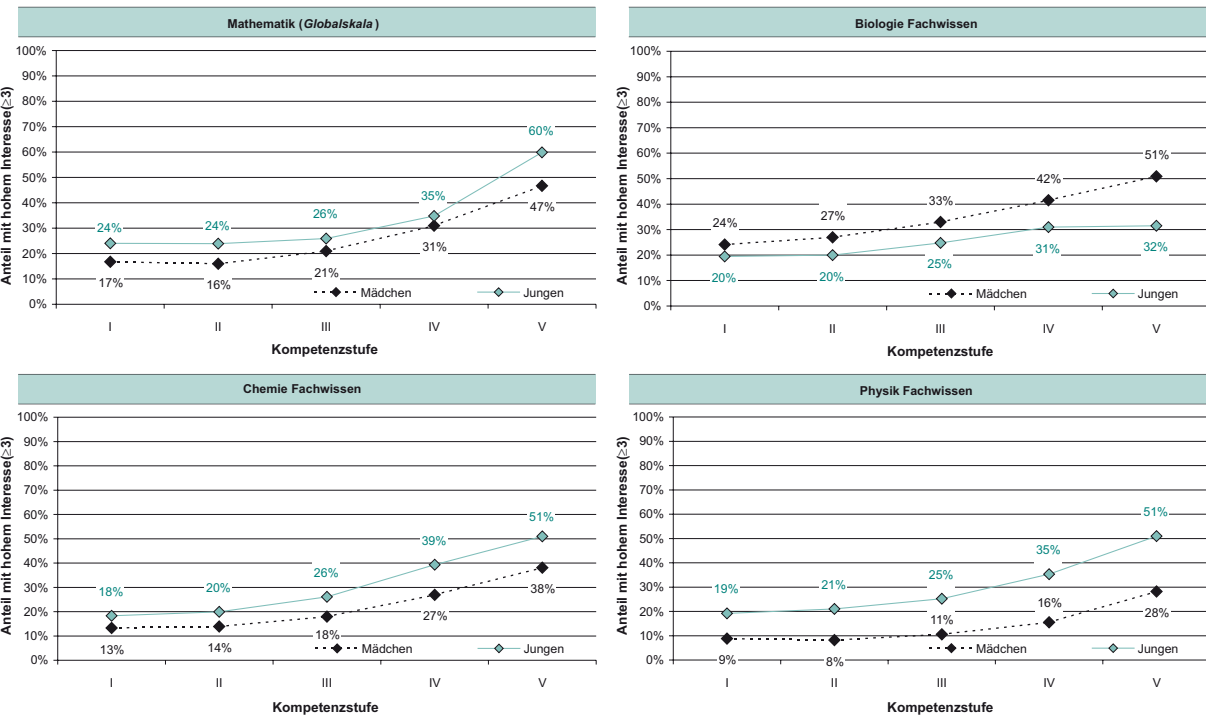


Abbildung 10.4: Anteile der Mädchen und Jungen mit hohem Interesse (Skalenwert ≥ 3) nach erreichter Kompetenzstufe und Fach



10.5 Selbstkonzept und Interesse von Schülerinnen und Schülern im Trend

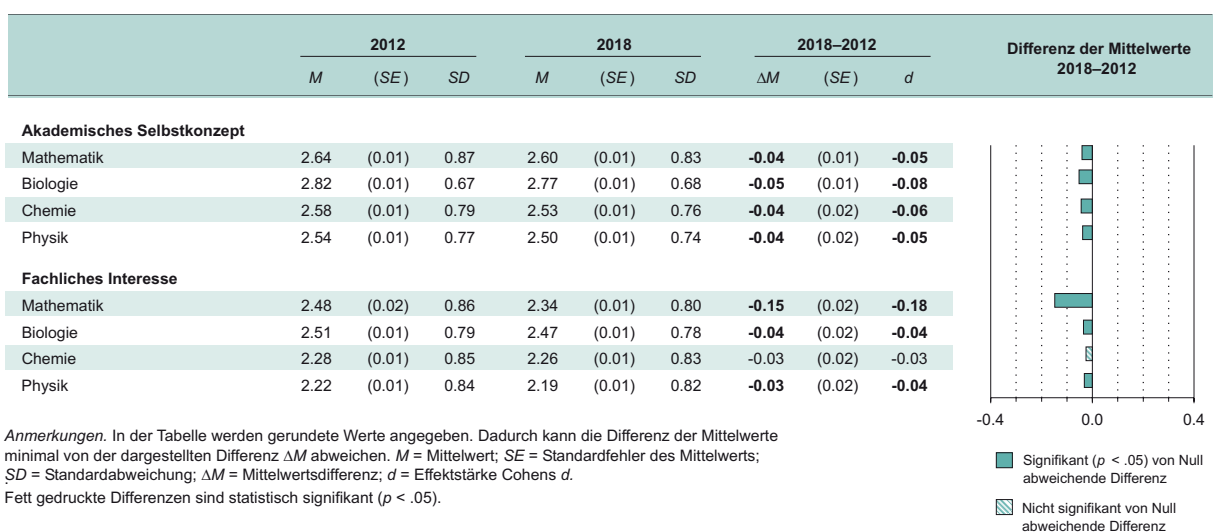
10.5.1 Gesamtpopulation

Nachfolgend werden Veränderungen in den fachspezifischen motivationalen Merkmalen zwischen den Jahren 2012 und 2018 für Deutschland insgesamt betrachtet. Die entsprechenden länderspezifischen Ergebnisse stehen online zur Verfügung (siehe Tab. 10.1web und 10.2web).

In Abbildung 10.5 sind die Mittelwerte (M) für die Jahre 2012 und 2018, deren Standardfehler (SE) sowie die Streuung (SD) separat für die untersuchten Fächer angegeben. Zusätzlich dargestellt ist die Differenz der Selbstkonzept- beziehungsweise Interessenmittelwerte (ΔM) und der dazugehörige Standardfehler (SE), wobei eine positive Differenz höheren Werten im Jahr 2018 im Vergleich zu 2012 entspricht. Negative Differenzwerte spiegeln dagegen höhere Werte im Jahr 2012 im Vergleich zu 2018 wider. Zudem ist die Effektstärke Cohens d zur standardisierten Quantifizierung des Unterschieds angegeben (siehe auch Kapitel 3.2).

Zwischen den Jahren 2012 und 2018 ist im Fach Mathematik sowohl das von Schülerinnen und Schülern in Deutschland insgesamt berichtete Selbstkonzept als auch ihr Interesse signifikant zurückgegangen. Der Rückgang fällt dabei für das mathematische Interesse ($d = -0.18$) stärker aus als für das mathematische Selbstkonzept ($d = -0.05$). In den naturwissenschaftlichen Fächern sind die Selbstkonzept- und Interessewerte im Jahr 2018 fast durchgängig signifikant niedriger als im Jahr 2012. Lediglich das Interesse in Chemie blieb stabil. Bis auf den Rückgang im Interesse an Mathematik sind die Veränderungen allerdings gering und können tendenziell als vernachlässigbar eingestuft werden.

Abbildung 10.5: Mittelwerte und Streuungen für das fachbezogene Selbstkonzept und das fachliche Interesse in der Gesamtpopulation in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich



10.5.2 Geschlechtsbezogene Disparitäten im Trend

In Abbildung 10.6 werden für das Fach Mathematik und für die naturwissenschaftlichen Fächer die Unterschiede in den motivationalen Merkmalen zwischen Mädchen und Jungen in den Jahren 2012 und 2018 gegenübergestellt. Angegeben sind zunächst noch einmal separat die geschlechtsbezogenen Mittelwertsdifferenzen im Jahr 2012 beziehungsweise 2018 (jeweils $M_M - M_J$). Der rechten Spalte des Tabellenteils in Abbildung 10.6 (Trend 2018–2012) ist zu entnehmen, wie sich die Geschlechterunterschiede verändert haben. Dafür sind jeweils die Differenz der Beträge der Geschlechterunterschiede in den vier Fächern in den Jahren 2018 und 2012 ($|\Delta M_{2018}| - |\Delta M_{2012}|$), der Standardfehler (*SE*) der Differenz sowie die dazugehörige Effektstärke angegeben. Signifikante Veränderungen sind durch Fettdruck und ausgefüllte Balken gekennzeichnet.

Zwischen den Erhebungszeitpunkten in den Jahren 2012 und 2018 hat sich der Unterschied zwischen den Geschlechtern für das Selbstkonzept ($\Delta d = -0.20$) und für das Interesse ($\Delta d = -0.25$) im Fach Mathematik statistisch signifikant reduziert, im Fach Biologie hat er sich sowohl im Selbstkonzept ($\Delta d = 0.10$) als auch im Interesse ($\Delta d = 0.19$) signifikant vergrößert. Für die Fächer Chemie und Physik zeigt sich ein mit dem Fach Mathematik weitgehend vergleichbares Befundmuster, also reduzierte Geschlechterunterschiede im fachbezogenen Selbstkonzept und Interesse im Jahr 2018 im Vergleich zu 2012. Lediglich für das Selbstkonzept in Chemie hat sich der Unterschied in den geschlechtsbezogenen Disparitäten nicht signifikant zwischen den Erhebungszeitpunkten verändert.

Um die Veränderungen in den fachspezifischen motivationalen Merkmalen zwischen den Jahren 2012 und 2018 genauer zu bestimmen, sind in Abbildung 10.7 die Mittelwerte (*M*) für die Jahre 2012 und 2018, deren Standardfehler (*SE*) sowie deren Streuung (*SD*) separat für Mädchen und Jungen angegeben. Zusätzlich dargestellt ist, analog zu Abbildung 10.5, die Differenz der Selbstkonzept- beziehungsweise Interessenmittelwerte (ΔM) und der dazugehörige Standardfehler, wobei eine positive Differenz höheren Werten im Jahr 2018 im Vergleich zu 2012, eine negative Differenz hingegen niedrigere Werte im Jahr 2018 im Vergleich zu 2012 entspricht. Zudem ist die Effektstärke *d* zur standardisierten Quantifizierung des Unterschieds angegeben.

Abbildung 10.6: Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen im fachbezogenen Selbstkonzept und im fachlichen Interesse in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik im Trend

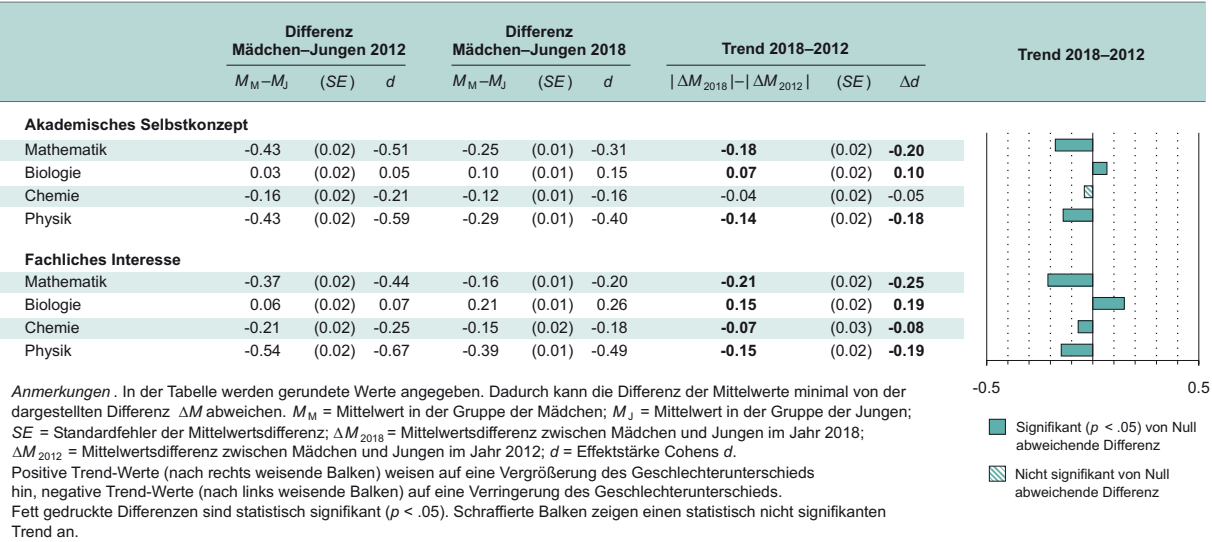
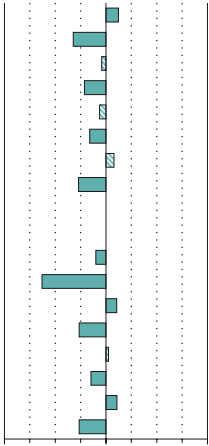


Abbildung 10.7: Fachbezogenes Selbstkonzept und fachliches Interesse von Mädchen und Jungen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich

		2012			2018			2018–2012			Differenz der Mittelwerte 2018–2012	
		M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	ΔM	(SE)	d		
Akademisches Selbstkonzept												
Mathematik	Mädchen	2.43	(0.01)	0.86	2.47	(0.01)	0.82	0.05	(0.02)	0.06		
	Jungen	2.85	(0.02)	0.84	2.72	(0.01)	0.81	-0.13	(0.02)	-0.16		
Biologie	Mädchen	2.84	(0.01)	0.66	2.82	(0.01)	0.67	-0.02	(0.02)	-0.03		
	Jungen	2.80	(0.01)	0.67	2.72	(0.01)	0.69	-0.09	(0.01)	-0.12		
Chemie	Mädchen	2.49	(0.01)	0.78	2.47	(0.01)	0.76	-0.03	(0.02)	-0.03		
	Jungen	2.65	(0.02)	0.79	2.59	(0.01)	0.76	-0.06	(0.02)	-0.08		
Physik	Mädchen	2.32	(0.02)	0.73	2.35	(0.01)	0.72	0.03	(0.02)	0.05		
	Jungen	2.75	(0.02)	0.75	2.64	(0.01)	0.74	-0.11	(0.02)	-0.15		
Fachliches Interesse												
Mathematik	Mädchen	2.30	(0.02)	0.83	2.26	(0.01)	0.79	-0.04	(0.02)	-0.05		
	Jungen	2.66	(0.02)	0.84	2.41	(0.01)	0.81	-0.25	(0.02)	-0.31		
Biologie	Mädchen	2.54	(0.02)	0.79	2.58	(0.01)	0.77	0.04	(0.02)	0.05		
	Jungen	2.48	(0.02)	0.80	2.37	(0.01)	0.78	-0.11	(0.02)	-0.14		
Chemie	Mädchen	2.17	(0.02)	0.83	2.18	(0.01)	0.81	0.01	(0.02)	0.01		
	Jungen	2.39	(0.02)	0.86	2.33	(0.01)	0.84	-0.06	(0.02)	-0.07		
Physik	Mädchen	1.95	(0.01)	0.75	1.99	(0.01)	0.76	0.04	(0.02)	0.06		
	Jungen	2.48	(0.01)	0.84	2.38	(0.01)	0.83	-0.11	(0.02)	-0.13		

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz Δ*M* abweichen. *M* = Mittelwert; *SE* = Standardfehler des Mittelwerts; *SD* = Standardabweichung; Δ*M* = Mittelwertsdifferenz; *d* = Effektstärke Cohens *d*.
Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant (*p* < .05).

Die Ergebnisse zeigen ein für die Geschlechter differenzielles Befundmuster. Für Mädchen ergibt sich ein signifikanter Anstieg des Selbstkonzepts in Mathematik zwischen den Erhebungszeitpunkten ($d = 0.06$), wobei gleichzeitig ihr Interesse an mathematischen Themen in nahezu gleichem Ausmaß sinkt ($d = -0.05$). Diese Veränderungen sind jedoch sehr gering. In den naturwissenschaftlichen Fächern bleiben die Werte der Mädchen weitgehend stabil, die höheren Werte für das Interesse an biologischen ($d = 0.05$) und physikalischen Themen ($d = 0.06$) fallen zwar signifikant aus, sind aber praktisch zu vernachlässigen. Bei den Jungen sind das Selbstkonzept und das Interesse in allen Fächern im Jahr 2018 hingegen signifikant geringer ausgeprägt als im Jahr 2012. Insbesondere in Mathematik berichten Jungen im Jahr 2018 ein deutlich geringeres Interesse ($d = -0.31$) als im Jahr 2012. Der beobachtete Rückgang in den Geschlechterunterschieden in denjenigen Fächern, in denen Jungen im Jahr 2012 bereits Vorteile aufwiesen (Mathematik, Chemie und Physik), ist also auf differenzielle Trends zurückzuführen, da sich die Werte für Jungen überwiegend reduziert haben, während für Mädchen überwiegend stabile beziehungsweise teilweise etwas angestiegene Werte (Mathematik Selbstkonzept) oder weniger stark ausgeprägte Rückgänge (Mathematik Interesse) zu verzeichnen sind. Dieser differenzielle Trend führt auch zu einer Vergrößerung der Geschlechterunterschiede in Biologie. In diesem Fach bestanden im Jahr 2012 keine Unterschiede, wohingegen im Jahr 2018 Vorteile für die Mädchen zu beobachten sind.

10.6 Zusammenfassung und Diskussion

Die Ergebnisse des IQB-Bildungstrends 2018 für die motivationalen Merkmale weisen darauf hin, dass in allen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern ein erheblicher Anteil an Schülerinnen und Schülern über ein mittleres oder hohes Selbstkonzept und Interesse verfügt. Diese Jugendlichen haben gute Voraussetzungen für den weiteren fachlichen Kompetenzerwerb. Jedoch weist ein ebenfalls substantieller Anteil der Schülerinnen und Schüler nur geringes Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten (je nach Fach zwischen 30 % und 44 %) und ein schwach ausgeprägtes fachliches Interesse (zwischen 20 % und 28 %) auf.

Das Selbstkonzept und das Interesse sind im Fach Biologie im Mittel am höchsten und im Fach Physik am niedrigsten ausgeprägt. Zwischen den Fächern zeigen sich Unterschiede, die dem Geschlechterstereotyp entsprechen. Während Jungen in den Fächern Mathematik, Chemie und Physik ihre eigenen Kompetenzen im Mittel höher einschätzen als Mädchen und auch ein größeres Interesse in diesen Fächern berichten, schätzen sich Mädchen im Fach Biologie im Durchschnitt als fähiger und interessierter ein als die Jungen. Dieser Befund steht im Einklang mit den Ergebnissen des IQB-Ländervergleichs 2012 (Jansen et al., 2013). Die Geschlechterunterschiede in der Motivation sind im Jahr 2018, wie auch im Jahr 2012, in den Fächern Mathematik und Physik am größten. Ein wichtiger Befund ist dabei, dass sich die geschlechtsbezogenen Disparitäten im Selbstkonzept und Interesse nur zum Teil mit den in Kapitel 7 berichteten Geschlechterunterschieden in den korrespondierenden Kompetenzen decken. In den Fächern Chemie und Physik beispielsweise sind die Geschlechterunterschiede in den Kompetenzen nicht bedeutsam oder fallen zugunsten der Mädchen aus. Trotzdem zeigen sich hier (wie auch schon im Jahr 2012) substantielle Unterschiede im Selbstkonzept und Interesse, die insbesondere im Fach Physik bestehen und dem Stereotyp entsprechen. Da Selbstkonzept und Interesse einen Einfluss auf mathematisch-naturwissenschaftlich geprägte Studien- und Berufswahlen haben, dürften solche stereotype geschlechtsbezogenen Unterschiede zumindest zu einem Teil für die Disparitäten in den Studierendenzahlen dieser MINT-Fächer verantwortlich sein.

Für fast alle betrachteten Fächer ergeben sich im Jahr 2018 signifikant niedrigere mittlere Werte für Selbstkonzept und Interesse als im Jahr 2012. Allerdings sind die Effektstärken dieser Trends in der Gesamtpopulation zumeist gering; nur der Rückgang im mathematischen Interesse ist als substanziell einzustufen. Dieser Rückgang ist konsistent mit den Ergebnissen für Freude an Mathematik und naturwissenschaftliche Motivation in PISA 2012 und 2015 (Schiepe-Tiska et al., 2013, 2016).

Der signifikante, aber kleine negative Trend scheint überwiegend auf eine Verringerung der Selbstkonzept- und Interessenswerte der Jungen in den betrachteten Fächern zurückzuführen zu sein, die insbesondere in Mathematik substanziell ist. Für die Mädchen fanden sich nur wenige und nur sehr geringe Veränderungen zwischen den Erhebungszeitpunkten. Entsprechend haben sich die Geschlechterunterschiede zugunsten der Mädchen verändert: Während der Vorteil der Jungen in den Fächern Mathematik, Chemie und Physik im Jahr 2018 kleiner ausfällt als im Jahr 2012, vergrößerte sich der Vorteil der Mädchen im Fach Biologie. Die Befunde sind konsistent mit der Hypothese, dass die Vorteile im schulischen Erfolg von Mädchen fachunabhängig weiter zunehmen (Hannover & Kessels, 2011; Legewie & DiPrete, 2012; Statistisches Bundesamt, 2018) und sich diese Entwicklung nicht nur in mathematischen und naturwissenschaftli-

chen Kompetenzen (siehe Kapitel 7), sondern auch für motivationale Merkmale in Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern zeigt. Insbesondere im Fach Mathematik sind die zeitlichen Veränderungen im Selbstkonzept und Interesse noch größer als in den mathematischen Kompetenzen. Dieser Befund könnte auf gesellschaftliche Veränderungen von Geschlechterrollenorientierungen hinweisen, die es Mädchen verstärkt ermöglichen, sich in verschiedenen Fächern, inklusive der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer, motiviert zu zeigen (Kessels, 2005; Kessels & Steinmayr, 2013; Wang, Eccles & Kenny, 2013). Dennoch besteht in einigen Fächern weiterhin eine deutliche Kluft zwischen den von Mädchen erreichten Kompetenzen und ihrem fachbezogenen Selbstkonzept und Interesse.

Eine gezielte Förderung des Selbstkonzepts und des Interesses gerade der besonders kompetenten Schülerinnen, die ein niedriges Selbstkonzept und Interesse insbesondere in Mathematik, Chemie und Physik aufweisen, könnte zu einer weiteren Verringerung der Geschlechterunterschiede beitragen. Hierzu können Fachlehrkräfte im Fachunterricht beitragen. So konnte für das Selbstkonzept etwa gezeigt werden, dass positive Leistungsrückmeldungen unter Einbezug individueller Zielvorgaben eine effektive Maßnahme zur Selbstkonzeptförderung darstellen (O'Mara, Marsh, Craven & Debus, 2006). Auch das Interesse kann durch Lehrerinnen und Lehrer gefördert werden. So zieht Unterricht, den Schülerinnen und Schüler als motivierend, klar strukturiert und unterstützend wahrnehmen, eine positive Interessensentwicklung nach sich (Kunter, Baumert & Köller, 2007; Tsai, Kunter, Lüdtke, Trautwein & Ryan, 2008; siehe auch Kapitel 11 in diesem Band). Darüber hinaus kann die Entwicklung von Lerneinheiten, in denen physikalische Konzepte speziell auf die Interessen und die Lebenswelt von Mädchen bezogen erklärt werden, förderlich sein (Häussler & Hoffmann, 2002; Hoffmann, 2002). Über eine Förderung über den Unterricht hinaus können spezielle Programme zur Steigerung des wahrgenommenen Wertes und der Nützlichkeit von Mathematik (Gaspard et al., 2015; Hulleman & Harackiewicz, 2009) oder zur Steigerung des Physik-Selbstkonzepts (Ziegler & Heller, 2000) wirksam sein.

Literatur

- Artelt, C., Demmrich, A. & Baumert, J. (2001). Selbstreguliertes Lernen. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann & M. Weiß (Hrsg.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 271–298). Opladen: Leske + Budrich.
- Böhme, K., Sebald, S., Weirich, S. & Stanat, P. (2016). Geschlechtsbezogene Disparitäten. In P. Stanat, K. Böhme, S. Schipolowski & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2015. Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 377–407). Münster: Waxmann.
- Europäisches Institut für Gleichstellungsfragen. (2018). *Gleichstellungsindex 2017: Deutschland*. Verfügbar unter <https://eige.europa.eu/publications/gender-equality-index-2017-germany>
- Gaspard, H., Dicke, A.-L., Flunger, B., Brisson, B. M., Häfner, I., Nagengast, B. & Trautwein, U. (2015). Fostering adolescents' value beliefs for mathematics with a relevance intervention in the classroom. *Developmental Psychology*, 51, 1226–1240.
- Gaspard, H., Dicke, A.-L., Flunger, B., Schreier, B., Häfner, I., Trautwein, U. & Nagengast, B. (2014). More value through greater differentiation: Gender differences in value beliefs about math. *Journal of Educational Psychology*, 107, 663–677.
- Guo, J., Parker, P. D., Marsh, H. W. & Morin, A. J. S. (2015). Achievement, motivation, and educational choices: A longitudinal study of expectancy and value using a multiplicative perspective. *Developmental Psychology*, 51, 1163–1176.

- Hannover, B. & Kessels, U. (2011). Sind Jungen die neuen Bildungsverlierer? Empirische Evidenz für Geschlechterdisparitäten zuungunsten von Jungen und Erklärungsansätze. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 25, 89–103.
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: NY: Routledge.
- Häussler, P. & Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement in physics classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 870–888.
- Helbig, M. (2012). Warum bekommen Jungen schlechtere Schulnoten als Mädchen? Ein sozialpsychologischer Erklärungsansatz. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 2, 41–54.
- Helmke, A. (1998). Vom Optimisten zum Realisten? Zur Entwicklung des Fähigkeitsselbstbildes vom Kindergarten bis zur 6. Klassenstufe. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Entwicklung im Kindesalter* (S. 115–132). Weinheim: Beltz.
- Hidi, S. & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41, 111–127.
- Hoffmann, L. (2002). Promoting girls' interest and achievement in physics classes for beginners. *Learning and Instruction*, 12, 447–465.
- Hulleman, C. S. & Harackiewicz, J. M. (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science*, 326, 1410–1412.
- Hyde, J. S. & Linn, M. C. (2006). Gender similarities in mathematics and science. *Science*, 314, 599–600.
- Jansen, M., Schroeders, U. & Lüdtke, O. (2014). Academic self-concept in science: Multidimensionality, relations to achievement measures, and gender differences. *Learning and Individual Differences*, 30, 11–21.
- Jansen, M., Schroeders, U. & Stanat, P. (2013). Motivationale Schülermerkmale in Mathematik und den Naturwissenschaften. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 347–366). Münster: Waxmann.
- Jansen, M. & Stanat, P. (2015). Achievement and motivation in mathematics and science: The role of gender and immigration background. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 8, 4–18.
- Kessels, U. (2005). Fitting into the stereotype: How gender-stereotyped perceptions of prototypic peers relate to liking for school subjects. *European Journal of Psychology of Education*, 20, 309–323.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2008). When being a girl matters less: Accessibility of gender-related self-knowledge in single-sex and coeducational classes and its impact on students' physics-related self-concept of ability. *British Journal of Educational Psychology*, 78, 273–289.
- Kessels, U. & Steinmayr, R. (2013). Der subjektive Wert von Schule in Abhängigkeit vom verbalen und mathematischen Selbstkonzept. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 27, 105–113.
- Kleickmann, T., Brehl, T., Saß, S., Prenzel, M. & Köller, O. (2012). Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Hrsg.), *TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 203–230). Münster: Waxmann.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Köller, O., Baumert, J. & Schnabel, K. (2001). Does interest matter? The relationship between academic interest and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 448–470.
- Köller, O., Daniels, Z., Schnabel, K. & Baumert, J. (2000). Kurswahlen von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Die Rolle des fachspezifischen Selbstkonzepts und Interesses. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14, 26–37.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15, 381–395.
- Krapp, A., Schiefele, U. & Schreyer, I. (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs zwischen Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 10, 120–148.

- Kriegbaum, K., Becker, N. & Spinath, B. (2018). The relative importance of intelligence and motivation as predictors of school achievement: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 25, 120–148.
- Kunter, M., Baumert, J. & Köller, O. (2007). Effective classroom management and the development of subject-related interest. *Learning and Instruction*, 17, 494–509.
- Lauermann, F., Chow, A. & Eccles, J. S. (2015). Differential effects of adolescents' expectancy and value beliefs about math and English on math/science-related and human services-related career plans. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 7, 205–228.
- Lauermann, F., Tsai, Y.-M. & Eccles, J. S. (2017). Math-related career aspirations and choices within Eccles et al.'s expectancy. Value theory of achievement-related behaviors. *Developmental Psychology*, 53, 1540–1559.
- Legewie, J. & DiPrete, T. A. (2012). School context and the gender gap in educational achievement. *American Sociological Review*, 77, 463–485.
- Marsh, H. W. (1990). The structure of academic self-concept: The Marsh/Shavelson model. *Journal of Educational Psychology*, 82, 623–636.
- Möller, J. & Köller, O. (2004). Die Genese akademischer Selbstkonzepte: Effekte dimensionaler und sozialer Vergleiche. *Psychologische Rundschau*, 55, 19–27.
- Möller, J. & Trautwein, U. (2009). Selbstkonzept. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 179–204). Berlin: Springer.
- OECD (2003) = Organisation for Economic Co-operation and Development. (2003). *Student engagement at school: A sense of belonging and participation*. Paris, France: OECD Publishing.
- OECD (2009) = Organisation for Economic Co-operation and Development. (2009). *Bildung auf einen Blick 2009*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- OECD (2015) = Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). *The ABC of gender equality in education: Aptitude, behaviour, confidence*. Paris, France: OECD Publishing.
- O'Mara, A. J., Marsh, H. W., Craven, R. G. & Debus, R. L. (2006). Do self-concept interventions make a difference? A synergistic blend of construct validation and meta-analysis. *Educational Psychologist*, 41, 181–206.
- Parker, P. D., Schoon, I., Tsai, Y.-M., Nagy, G., Trautwein, U. & Eccles, J. S. (2012). Achievement, agency, gender, and socioeconomic background as predictors of post-school choices: A multicontext study. *Developmental Psychology*, 48, 1629–1642.
- Pekrun, R., Frenzel, A. C., Zimmer, K. & Lichtenfeld, S. (2005). Schülermerkmale im Ländervergleich. In M. Prenzel (Hrsg.), *PISA 2003: Der zweite Vergleich der Länder in Deutschland – Was wissen und können Jugendliche?* (S. 147–156). Münster: Waxmann.
- Prenzel, M. & K. Schütte (2008). Interesse an den Naturwissenschaften. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006 in Deutschland. Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich* (S. 95–106). Münster: Waxmann.
- Schiefele, U. (2009). Situational and individual interest. In K. R. Wentzel & A. Wigfield (Hrsg.), *Handbook of motivation at school* (S. 197–222). New York, NY: Routledge.
- Schiefele, U. & Wild, K.-P. (Hrsg.). (2000). *Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Münster: Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A. & Schmitdner, S. (2013). Mathematikbezogene emotionale und motivationale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Jugendlichen in PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 99–122). Münster: Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., Simm, I. & Schmitdner, S. (2016). Motivationale Orientierungen, Selbstbilder und Berufserwartungen in den Naturwissenschaften in PISA 2015. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 99–132). Münster: Waxmann.
- Schilling, S. R., Sparfeldt, J. R. & Rost, D. H. (2006). Facetten schulischen Selbstkonzepts: Welchen Unterschied macht das Geschlecht? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20, 9–18.
- Schroeders, U., Penk, C., Jansen, M. & Pant, H. A. (2013). Geschlechtsbezogene Disparitäten. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 249–274). Münster: Waxmann.

- Statistisches Bundesamt. (2018). *Schulen auf einen Blick*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Schulen/Publikationen/Downloads-Schulen/broschuere-schulen-blick-0110018189004.pdf?__blob=publicationFile
- Trautwein, U., Marsh, H. W., Nagengast, B., Lüdtke, O., Nagy, G. & Jonkmann, K. (2012). Probing for the multiplicative term in modern expectancy–value theory: A latent interaction modeling study. *Journal of Educational Psychology*, 104, 763–777.
- Tsai, Y.-M., Kunter, M., Lüdtke, O., Trautwein, U. & Ryan, R. M. (2008). What makes lessons interesting? The roles of situation and individual factors in three school subjects. *Journal of Educational Psychology*, 100, 460–472.
- Wang, M.-T. & Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy–value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33, 304–340.
- Wang, M.-T., Eccles, J. S. & Kenny, S. (2013). Not lack of ability but more choice individual and gender differences in choice of careers in science, technology, engineering, and mathematics. *Psychological Science*, 24, 770–775.
- Weidinger, A. F., Spinath, B. & Steinmayr, R. (2015). Zur Bedeutung von Grundschulnoten für die Veränderung von Intrinsischer Motivation und Fähigkeitsselbstkonzept in Deutsch. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 29, 193–204.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–33). Weinheim: Beltz.
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68–81.
- Wolff, F., Helm, F., Zimmermann, F., Nagy, G. & Möller, J. (2018). On the effects of social, temporal, and dimensional comparisons on academic self-concept. *Journal of Educational Psychology*, 110, 1005–1025.
- Ziegler, A. & Heller, K. A. (2000). Effects of an attribution retraining with female students gifted in physics. *Journal for the Education of the Gifted*, 23, 217–243.

Kapitel 11

Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik

Sofie Henschel, Camilla Rjosk, Marlen Holtmann und Petra Stanat

11.1 Einleitung

Anders als in den sprachlichen Fächern erwerben Schülerinnen und Schüler mathematische Kompetenzen nahezu ausschließlich im Unterricht und kaum in außerschulischen Kontexten (Köller & Baumert, 2002). Durch welche Merkmale sich „guter“ beziehungsweise „qualitätsvoller“ Unterricht auszeichnet, ist seit geraumer Zeit Gegenstand der Unterrichtsforschung. Die Ergebnisse dieser Forschung weisen sowohl für das Fach Mathematik als auch für andere Fächer darauf hin, dass Unterricht vor allem dann lernförderlich ist, wenn er klar strukturiert wird, die zur Verfügung stehende Lernzeit optimal ausschöpft und dabei kognitiv anregend sowie individuell unterstützend gestaltet ist (Klieme, Schümer & Knoll, 2001; Neumann, Kauertz & Fischer, 2012). Qualitätsvoller Mathematikunterricht bemisst sich jedoch nicht allein daran, inwieweit die Schülerinnen und Schüler mathematische Kompetenzen erwerben und vertiefen. Auch das Interesse an der Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten soll im Mathematikunterricht geweckt und aufrechterhalten, positive Kompetenzüberzeugungen sollen entwickelt sowie leistungsbezogene Angst im Umgang mit mathematischen Problemen abgebaut werden (KMK, 2004, 2012). Diese motivational-emotionalen Merkmale beeinflussen nicht nur die Anstrengungsbereitschaft zur Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten und Problemstellungen (Trautwein, Lüdtke, Kastens & Köller, 2006) sowie den Erwerb fachbezogener Kompetenzen (Marsh & O'Mara, 2008), sondern wirken sich auch auf weiterführende Bildungs- und Berufsentscheidungen aus (Köller, Daniels, Schnabel & Baumert, 2000; Nagy & Husemann, 2010).

Aufgrund der besonderen Bedeutung, die der Gestaltung des Unterrichts für den Lernerfolg zukommt, wird in diesem Kapitel untersucht, wie Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik im Jahr 2018 am Ende der 9. Jahrgangsstufe ausgeprägt sind, wobei sowohl Wahrnehmungen der Schülerinnen und Schüler als auch der Lehrkräfte einbezogen werden. Zunächst werden in Abschnitt 11.2 der theoretische Hintergrund und der Forschungsstand zur Bedeutung von Unterrichtsmerkmalen für den Lernerfolg zusammengefasst. In Abschnitt 11.3 wird dargestellt, wie Merkmale der Unterrichtsqualität im IQB-Bildungstrend 2018 erfasst wurden, und anschließend wird in Abschnitt 11.4 beschrieben, wie diese Merkmale im Jahr 2018 im Mathematikunterricht in Deutschland insgesamt und in den Ländern sowie am Gymnasium und in nicht-gymnasialen Schularten ausgeprägt sind. Außerdem wird geprüft, wie sich die Ausprägungen ausgewählter Merkmale der Unterrichtsqualität seit dem IQB-Ländervergleich 2012 verändert haben. In Abschnitt 11.5 wird schließlich der Frage nachgegangen, inwieweit Merkmale der Unterrichtsqualität mit

dem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler zusammenhängen. Dabei werden neben den mathematischen Kompetenzen auch motivational-emotionale Merkmale (mathematisches Interesse, mathematikbezogenes Selbstkonzept und Mathematikangst) der Schülerinnen und Schüler in den Blick genommen. Abschnitt 11.6 schließt mit einer Zusammenfassung und Diskussion der zentralen Ergebnisse des Kapitels.

11.2 Bedeutung von Unterrichtsmerkmalen für den Lernerfolg

Die theoretische Grundlage zur Beschreibung und Erklärung von Merkmalen der Unterrichtsqualität und ihrer Effekte bilden sogenannte Angebots-Nutzungs-Modelle (Helmke & Weinert, 1997; Klieme, Pauli & Reusser, 2009). Demnach besteht die Aufgabe von Lehrerinnen und Lehrern darin, Lerngelegenheiten (Angebot) zu schaffen, deren Qualität abhängig ist von der professionellen Kompetenz der jeweiligen Lehrkraft, von kontextuellen Bedingungen der Lehr-Lernsituation und von den Potenzialen der Lernenden. Dieses Angebot soll bei den Schülerinnen und Schülern eine selbstständige und aktive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand auslösen und aufrechterhalten, sodass neue Wissensstrukturen mit dem Vorwissen verknüpft, neu organisiert und ausdifferenziert werden können (Baumert & Köller, 2000; Weinert, 1997). Wie sehr die Schülerinnen und Schüler tatsächlich vom Unterricht profitieren, hängt jedoch nicht nur davon ab, wie gut es Lehrkräften gelingt, passende Lerngelegenheiten zu schaffen, sondern auch davon, inwieweit die Lernenden in der Lage sind, diese Lerngelegenheiten aktiv und selbstständig zu nutzen (Nutzung). Erst in der Interaktion zwischen Lehrenden, die ein Lernangebot bereitstellen, und den Lernenden, die diese Lerngelegenheiten nutzen, entsteht qualitätsvoller Unterricht. Um Unterricht genauer zu beschreiben, wird in der Unterrichtsforschung häufig zwischen *Sichtstrukturen* und *Tiefenstrukturen* unterschieden (Oser & Baeriswyl, 2002).

Sichtstrukturen sind Oberflächenmerkmale und charakterisieren die formale Organisationsstruktur des Unterrichts. Hierzu zählen leicht beobachtbare Merkmale wie die eingesetzten Lern- und Organisationsformen (z. B. Kleingruppenarbeit, Klassenunterricht, Peer-Tutoring), Instruktionsmodelle (z. B. lehrerzentrierte Instruktion) oder methodische Elemente (z. B. binnendifferenzierende Maßnahmen wie leistungsbezogene Aufgabenvariationen) (Kunter & Trautwein, 2013). Im Rahmen der *TIMS-Studie*¹ wurde Ende der 1990er Jahre unter anderem festgestellt, dass der Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I in Deutschland durch eine starke Lehrerzentrierung, einen hohen Anteil an individueller Stillarbeit, geringe Methodenvariation und seltenen Einsatz von individualisierenden und kooperativen Lernformen sowie geringe Berücksichtigung aktueller mathematikdidaktischer Instruktionsmodelle gekennzeichnet ist (Baumert et al., 1997). Zwar berichten Lehrkräfte in später durchgeführten Untersuchungen, dass sie einem methodisch abwechslungsreichen Unterricht einen hohen Stellenwert beimessen (Wischer, 2007), insgesamt werden aber methodisch komplexere Lehr-Lernarrangements, die auf eine stärkere Kooperation zwischen den Lernenden (z. B. Projektarbeit) sowie Individualisierung (z. B. Wochenplanarbeit) und leistungsadaptive Differenzierung abzielen (z. B. Nutzung binnendifferenzierender Maßnahmen), sowohl in der Sekundar- als auch in der Primarstufe im-

¹ Das Akronym TIMSS steht für *Trends in International Mathematics and Science Study*.

mer noch recht selten eingesetzt (Kunter et al., 2006; Tarelli, Lankes, Drossel & Gegenfurtner, 2012). Dies könnte unter anderem mit dem erhöhten organisatorischen Aufwand bei der Unterrichtsvorbereitung und -durchführung zusammenhängen, der mit solchen Lernarrangements verbunden ist. Zudem sprechen Befunde aus der Unterrichtsforschung mehrheitlich dafür, dass sich die Qualität des Unterrichts nicht unmittelbar aus diesen Oberflächenmerkmalen ableiten lässt. Denn ob ein bestimmtes Unterrichtsetting lernförderlich ist, hängt vor allem von den Tiefenstrukturen ab, die auch als Basisdimensionen beziehungsweise Grundmerkmale qualitätsvollen Unterrichts bezeichnet werden (z.B. Hattie, 2009; Klieme et al., 2001; Kunter & Voss, 2011; Seidel & Shavelson, 2007).

Die Tiefenstrukturen des Unterrichts charakterisieren Merkmale der Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden. Sie beschreiben also, auf welche Art und Weise sich Schülerinnen und Schüler mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen und wie dies durch die Lehrkraft konstruktiv begleitet und unterstützt wird. Hierzu zählen die drei fach- und schulartübergreifenden Dimensionen *Klassenführung*, *konstruktive Unterstützung*² und *kognitive Aktivierung* (z.B. Kunter & Voss, 2011). Die Erfassung dieser Merkmale ist im Vergleich zu den Sichtstrukturen deutlich schwieriger, da sie in der Regel nicht direkt beobachtet werden können und indirekt über verschiedene Indikatoren und Datenquellen erschlossen werden müssen.

Klassenführung beschreibt Vorgehensweisen der Lehrkraft, die dazu dienen, die zur Verfügung stehende Lernzeit optimal zu nutzen und möglichst alle Schülerinnen und Schüler am Lernprozess zu beteiligen. Dies schließt vor allem proaktive und präventive Vorgehensweisen ein, um Störungen im Unterrichtsverlauf zu vermeiden. Die Allgegenwärtigkeit der Lehrkraft, die Etablierung regelhafter Rituale und Routinen und eine klare Strukturierung des Lernstoffs werden als typische Indikatoren für die Qualität der Klassenführung betrachtet (Klieme et al., 2001; Kounin, 2006; Seidel, 2015). Für den Mathematikunterricht in der Primar- und Sekundarstufe konnte in nationalen und internationalen Studien gezeigt werden, dass Schülerinnen und Schüler in Klassen mit einer guten Klassenführung bessere fachliche Kompetenzen erreichen und ein größeres fachliches Interesse sowie eine größere Lernfreude entwickeln als Schülerinnen und Schülern in Klassen, in denen diese Merkmale weniger ausgeprägt waren (Kunter & Voss, 2011; Schiefele, 2017; Schiepe-Tiska, Heine, Lüdtke, Seidel & Prenzel, 2016).

Konstruktive Unterstützung umfasst schülerorientierte Interaktionsformen der Lehrkraft, die darauf abzielen, eine lernförderliche Unterrichtsumgebung zu schaffen, in der die Schülerinnen und Schüler konstruktiv begleitet und unterstützt werden. Dies spiegelt sich beispielsweise in einer positiven Fehlerkultur und in konstruktivem Feedback sowie einer wertschätzenden Lehrer-Schüler-Beziehung wider (Hattie, 2009; Klieme et al., 2001; Kunter & Voss, 2011). Bisherige Studien zeigen überwiegend, dass ein hohes Maß an konstruktiver Unterstützung insbesondere mit motivational-emotionalen Merkmalen wie der Lernmotivation, dem fachbezogenen Interesse und der Lernfreude assoziiert ist und mit einem verringerten Angsterleben einhergeht (Decristan et al., 2016; Kunter et al., 2013; Kunter & Voss, 2011; Seidel, Rimmele & Prenzel, 2003).

Ein *kognitiv aktivierender Unterricht* umfasst Strategien der Lehrkraft, die die Schülerinnen und Schüler zu einer vertieften Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand anregen und dazu führen, dass vorhandene Wissensstrukturen

2 Diese Dimension wird teilweise auch als *Schülerorientierung* bezeichnet (vgl. Klieme et al., 2001).

verändert, erweitert, vernetzt, umstrukturiert oder neu gebildet werden (Kunter & Voss, 2011; Pauli, Drollinger-Vetter, Hugener & Lipowsky, 2008). Dazu können zum Beispiel Gelegenheiten geschaffen werden, in denen Lernende zunächst selbstständig Lösungsstrategien für neue Problemstellungen entwickeln und dabei bestehende Wissenskonzepte hinterfragen und erweitern oder in Unterrichtsgesprächen angeregt werden, eigene Lösungsstrategien zu begründen. Die vorliegenden Forschungsergebnisse weisen mehrheitlich darauf hin, dass sich ein kognitiv aktivierender Unterricht – insbesondere in Verbindung mit einer effizienten Klassenführung (Klieme et al., 2001; Rakoczy, 2008) – positiv auf die Kompetenzentwicklung auswirkt (Baumert et al., 2010; Kunter et al., 2013; Lipowsky et al., 2009). Für das Fach Mathematik konnte zudem gezeigt werden, dass ein kognitiv anregender Unterricht mit einem höheren Interesse und positiveren mathematikbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen bei Jugendlichen am Ende der Sekundarstufe I einhergeht (Schiepe-Tiska et al., 2016).

Insgesamt unterstreicht der aktuelle Forschungsstand die Bedeutung der Tiefenstrukturen des Unterrichts für die Erklärung des Lernerfolgs. Inwieweit auch Sichtstrukturen eine lernförderliche Wirkung entfalten, scheint vor allem davon abzuhängen, ob sie im Lehr-Lernprozess genutzt werden, um beispielsweise eine vertiefte kognitive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand bei den Schülerinnen und Schülern anzuregen (Köller, 2012).

Im Folgenden wird beschrieben, wie Unterrichtsmerkmale im IQB-Bildungstrend 2018 erfasst wurden. Anschließend wird der Frage nachgegangen, wie Unterrichtsmerkmale im Mathematikunterricht am Ende der Jahrgangsstufe 9 im Jahr 2018 sowie im Trend ausgeprägt sind und inwieweit Sicht- und Tiefenstrukturen des Unterrichts mit dem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler zusammenhängen.

11.3 Methode

11.3.1 Datengrundlage

In den nachfolgenden Analysen werden Ergebnisse von Klassen beziehungsweise Lerngruppen betrachtet, wobei Förderschulen nicht in die Analysen einbezogen werden. Da Schülerinnen und Schüler einer Klasse mitunter im Rahmen von Teilungs- oder Kursunterricht von unterschiedlichen Lehrkräften unterrichtet werden, wird der Begriff „Lerngruppe“ statt „Klasse“ verwendet.

Insgesamt liegen den Analysen Daten von 24210 Schülerinnen und Schülern (48 % weiblich) aus 2319 Lerngruppen (mittlere Lerngruppengröße = 10 Schülerinnen und Schüler³, $SD = 4$) zugrunde (Gymnasium: 616 Lerngruppen, $n = 8013$ Schülerinnen und Schüler, 53 % weiblich; nichtgymnasiale Schularten ohne Förderschulen: 1703 Lerngruppen, $n = 16197$ Schülerinnen und Schüler, 46 % weiblich) sowie Angaben von 2004 Mathematiklehrkräften (56 % weiblich, mittleres Alter = 46 Jahre, $SD = 12$) in Gymnasien ($n = 603$, 47 % weiblich, mittleres Alter = 46 Jahre, $SD = 12$) und in nichtgymnasialen Schularten ($n = 1401$, 56 % weiblich, mittleres Alter = 46 Jahre, $SD = 12$). In die mehr Ebenenanalytischen Auswertungen (siehe Abschnitt 11.5) wurden nur diejeni-

3 Der Umfang der durchschnittlichen Lerngruppengröße ist unter anderem auch darauf zurückzuführen, dass der Kompetenztest im Fach Mathematik nicht von allen Schülerinnen und Schülern einer Lerngruppe bearbeitet wurde, sondern von einer Zufallsauswahl der Jugendlichen (Multi-Matrix-Design, vgl. Kapitel 3.1).

gen Lerngruppen einbezogen, für die eine eindeutige Lehrkraftzuordnung vorlag (1 830 Lerngruppen). Wenn mehrere Lehrkräfte Unterricht in einer Lerngruppen erteilten, wurde eine dieser Lehrkräfte zufällig für die Analysen ausgewählt. Dies betraf etwa 14 Prozent aller Lerngruppen.

11.3.2 Erfassung von Merkmalen der Unterrichtsqualität im IQB-Bildungstrend 2018

Die Erfassung von Merkmalen der Unterrichtsqualität erfolgte im IQB-Bildungstrend 2018, ähnlich wie in anderen nationalen und internationalen Schulleistungsstudien, durch die Befragung von Lehrkräften und deren Schülerinnen und Schülern (vgl. Kunter et al., 2006; Rieser, Stahns, Hußmann & Wendt, 2016; Schiepe-Tiska et al., 2016). Während die Sichtstrukturen leicht beobachtbar sind und aus der übergeordneten Perspektive der Lehrkräfte erfragt werden können, hat sich für die Erfassung der Tiefenstrukturen unter anderem die kollektive Einschätzung durch die Schülerinnen und Schüler einer Lerngruppe als zuverlässige Möglichkeit erwiesen, um einen Eindruck über das tatsächlich realisierte Lernangebot zu gewinnen (Kunter & Baumert, 2006).

Die Sichtstrukturen wurden im Rahmen der Lehrkräftebefragung erfasst. Dazu wurden die Lehrkräfte gebeten, auf einer vierstufigen Skala (1 = nie, 2 = ein paar Mal pro Jahr, 3 = ein paar Mal pro Monat, 4 = ein paar Mal pro Woche) anzugeben, inwieweit sie in der am IQB-Bildungstrend teilnehmenden Lerngruppe unterschiedliche *Lern- und Organisationsformen* im Mathematikunterricht einsetzen (8 Items, z.B. Klassenunterricht, Kleingruppenarbeit, Peer-Tutoring; Eigenentwicklung in Anlehnung an Wagner, Helmke & Rösner, 2009). Zusätzlich gaben die Lehrkräfte auf einer vierstufigen Skala (1 = nie, 2 = selten, 3 = manchmal, 4 = häufig) für diese Lerngruppe an, wie sie mit Leistungsunterschieden zwischen den Schülerinnen und Schülern umgehen beziehungsweise welche *Methoden der Binnendifferenzierung* sie im Mathematikunterricht verwenden (9 Items, z.B. „Bei der Stillarbeit variere ich die Aufgabenstellung, um Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Leistungsstärke gerecht zu werden.“; Eigenentwicklung in Anlehnung an Wagner et al., 2009).

Die wahrgenommene Qualität der Tiefenstrukturen wurde für die drei Dimensionen *Klassenführung*, *konstruktive Unterstützung* und *kognitive Aktivierung* mit insgesamt fünf Indikatoren (Baumert et al., 2009) im Fragebogen für Schülerinnen und Schüler und einer vierstufigen Antwortskala (1 = trifft gar nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = trifft eher zu, 4 = trifft völlig zu) erfasst.

Als Indikatoren für die *Klassenführung* machten die Schülerinnen und Schüler Angaben dazu, inwieweit ihr Mathematikunterricht durch Störungen beeinträchtigt wird (*Störungen*, 3 Items, $\alpha = .91$, z.B. „In Mathematik wird der Unterricht oft sehr gestört.“; vgl. Baumert et al., 2009) und als wie gut strukturiert sie ihn wahrnehmen (*Strukturiertheit*, 4 Items, $\alpha = .81$, z.B. „Unsere Mathematiklehrerin/unser Mathematiklehrer geht im Unterricht in einer logischen Reihenfolge vor.“; vgl. Baumert et al., 2009).

Zur Erfassung der *konstruktiven Unterstützung* beurteilten die Jugendlichen, inwieweit ihre Lehrkraft respektvoll und geduldig mit Fehlern umgeht (*Fehlerkultur*, 3 Items, $\alpha = .80$, z.B. „Unsere Mathematiklehrerin/unser Mathematiklehrer ist geduldig, wenn jemand im Mathematikunterricht einen Fehler macht.“; vgl. Baumert et al., 2009) und sie beim Lernen individuell unterstützt und begleitet (*Schülerorientierung*, 5 Items, $\alpha = .87$, z.B. „Unsere Lehrerin/unser Lehrer

interessiert sich für den Lernfortschritt jeder einzelnen Schülerin/jedes einzelnen Schülers.“; vgl. Baumert et al., 2009).

Das Ausmaß der wahrgenommenen *kognitiven Aktivierung* wurde anhand von 12 Items erfasst ($\alpha = .79$, z.B. „Unsere Lehrerin/our Lehrer stellt häufiger Aufgaben, bei denen es nicht allein auf das Rechnen, sondern vor allem auf den richtigen Ansatz ankommt.“; vgl. Baumert et al., 2009).

Im nachfolgenden Abschnitt werden für die Beschreibung der Tiefenstrukturen Mittelwerte der Lerngruppen herangezogen. Deshalb wurde für jeden der fünf Indikatoren die Reliabilität des aggregierten Urteils in der Lerngruppe bestimmt (ICC_2). Die Genauigkeit beziehungsweise Übereinstimmung dieser Einschätzungen fielen innerhalb der Lerngruppen insgesamt zufriedenstellend aus ($.63 \leq ICC_2 \leq .85$).

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Angaben der Schülerinnen und Schüler unter Berücksichtigung von Fallgewichten ausgewertet wurden, sodass die Ergebnisse als repräsentativ für Deutschland insgesamt beziehungsweise einzelner Länder zu interpretieren sind, wohingegen dies für die Analyse der Angaben der Lehrkräfte nicht möglich war (vgl. Kapitel 3). Die Ergebnisse von Analysen der Lehrkräfteangaben sind also ausschließlich als Beschreibung der Situation der teilnehmenden Lehrkräfte zu interpretieren.

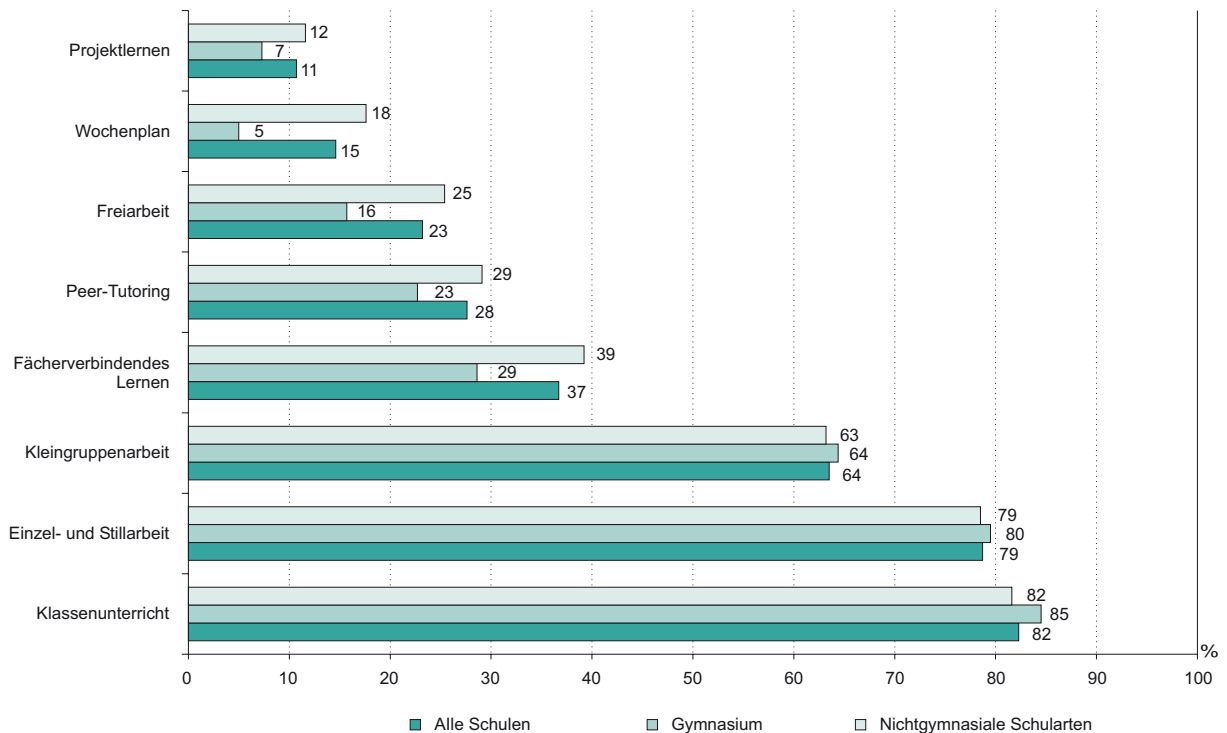
11.4 Ausprägungen von Merkmalen der Unterrichtsqualität am Ende der Sekundarstufe I im Mathematikunterricht im Jahr 2018

11.4.1 Sichtstrukturen des Unterrichts: Lern- und Organisationsformen sowie Methoden der Binnendifferenzierung

In diesem Abschnitt wird untersucht, welche Merkmale der Sichtstrukturen Lehrkräfte im Mathematikunterricht bundesweit sowie am Gymnasium und in nichtgymnasialen Schularten einsetzen. Um einen Eindruck davon zu gewinnen, welche *Lern- und Organisationsformen* beziehungsweise *Methoden der Binnendifferenzierung* häufiger (ein paar Mal pro Monat oder ein paar Mal pro Woche bzw. manchmal oder häufig) im Unterrichtsalltag genutzt werden, sind in den Abbildungen 11.1 und 11.2 ausschließlich die zwei höchsten Häufigkeitskategorien angegeben. Die Häufigkeitsangaben für die anderen Kategorien weisen in den einzelnen Ländern ähnliche Muster auf und können dem Onlinematerial (Tab. 11.1web und 11.2web) entnommen werden.

Die Ergebnisse für die betrachteten *Lern- und Organisationsformen* machen deutlich, dass zwei Lernformen den täglichen Mathematikunterricht dominieren (vgl. Abb. 11.1): Die Mehrheit der befragten Lehrkräfte nutzt in der Regel beziehungsweise mehrmals pro Monat bis mehrmals pro Woche Klassenunterricht (82 %) und Einzel- beziehungsweise Stillarbeit (79 %). Insgesamt geben Lehrkräfte am Gymnasium im Vergleich zu Lehrkräften nichtgymnasialer Schularten etwas häufiger an, Klassenunterricht (85 % bzw. 82 %) einzusetzen, in dem lehrerzentrierte Vorgehensweisen wie Lehrervorträge und fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräche überwiegen. Einzel- beziehungsweise Stillarbeit werden im Mathematikunterricht weitgehend unabhängig von der Schulart etwa gleich häufig am Gymnasium (80 %) und in den nichtgymnasialen Schularten genutzt (79 %). Ergänzt wird dieser wenig variationsreiche Unterricht durch Kleingruppenarbeit, die immerhin 63 bis 64 Prozent der Lehrkräfte in den nichtgymnasialen Schulen beziehungsweise am Gymnasium relativ regelmäßig einsetzen.

Abbildung 11.1: Mehrmals monatlich bis mehrmals wöchentlich genutzte Lern- und Organisationsformen im Mathematikunterricht insgesamt sowie am Gymnasium und an nichtgymnasialen Schularten (Angaben der Lehrkräfte)



Anmerkungen. Angegeben sind gerundete Prozentwerte für die aufsummierten Antwortkategorien „ein paar Mal pro Monat“ und „ein paar Mal pro Woche“. Bei den Angaben handelt es sich um ungewichtete Werte, die auf Antworten von Lehrkräften in allgemeinen Schulen basieren. Die Angaben für alle Antwortkategorien können dem Onlinematerial entnommen werden (vgl. Tab. 11.1web).

Eine deutlich geringere Bedeutung kommt unter den befragten Lehrkräften insgesamt hingegen stärker individualisierenden Lernformen zu (fächerverbindendes Lernen: 37 %, Freiarbeit: 23 %, Wochenplan: 15 %), bei denen Jugendliche bestimmte und teilweise selbst gewählte Themen in ihrem eigenen Tempo bearbeiten können. Das gleiche zeigt sich mit Ausnahme der Kleingruppenarbeit auch für kooperative Lernformen (Peer-Tutoring: 28 %, Projektlernen: 11 %), bei denen Jugendliche gemeinsam beziehungsweise voneinander lernen und sich gegenseitig unterstützen.

Lehrkräfte in nichtgymnasialen Schulen berichten sowohl für individualisierende als auch für kooperative Lernformen häufiger als Gymnasiallehrkräfte, diese im Mathematikunterricht mehrmals pro Monat bis mehrmals wöchentlich zu verwenden. So geben beispielsweise mehr als ein Drittel (39 %) der Lehrkräfte in nichtgymnasialen Schulen an, dass die Jugendlichen im Mathematikunterricht mehrmals monatlich bis wöchentlich fächerverbindend lernen, wohingegen diese Lernform nur von etwas mehr als einem Viertel (29 %) der Gymnasiallehrkräfte genutzt wird. Noch deutlicher fallen die Unterschiede für Projektarbeit und Wochenplanarbeit aus, die allerdings insgesamt am wenigsten verbreitet sind. Während immerhin 12 Prozent beziehungsweise 18 Prozent der Lehrkräfte in den nichtgymnasialen Schularten angeben, mehrmals monatlich bis wöchentlich im Rahmen von Projektarbeit oder nach einem Wochenplan zu unterrichten, berichten dies gerade einmal 7 Prozent beziehungsweise 5 Prozent der Gymnasiallehrkräfte. Der relativ hohe Anteil an Einzel- und Stillarbeit scheint somit insgesamt eher selten, dabei aber häufiger in den nichtgymnasialen Schularten für ein stärker differenzierendes beziehungsweise individualisiertes

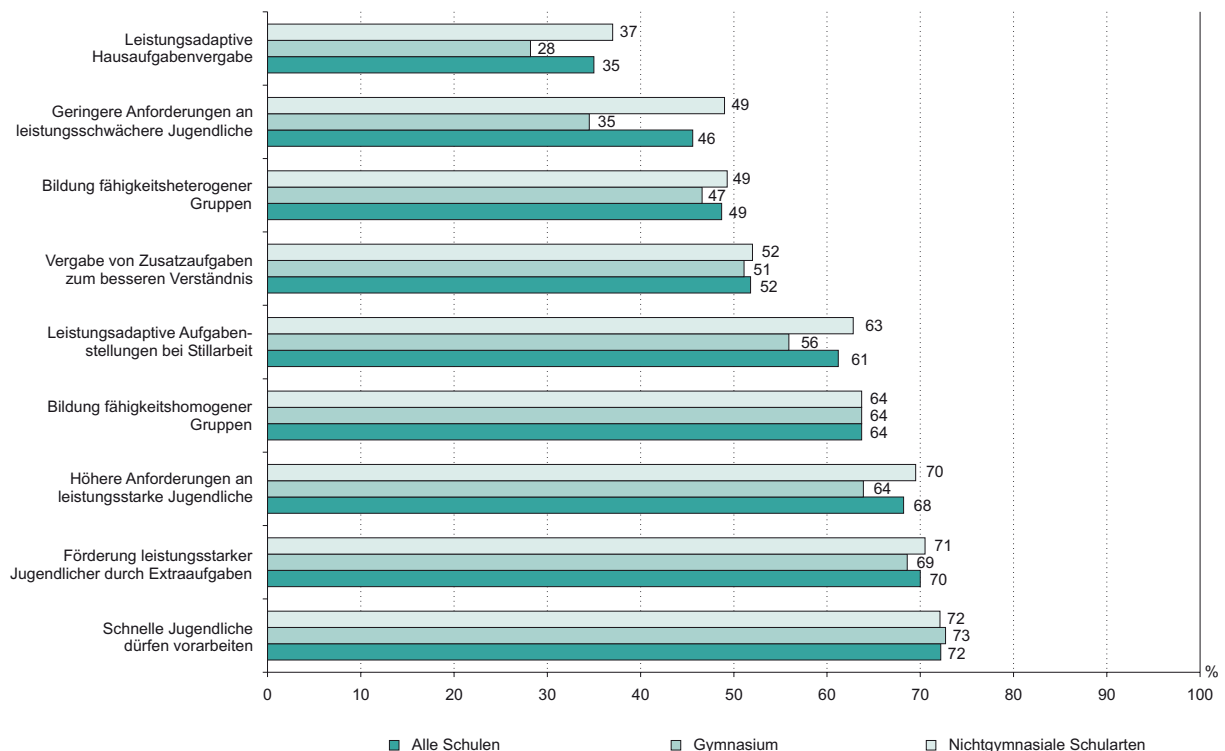
Lernen genutzt zu werden, wie dies etwa im Rahmen von Wochenplanarbeit oder Freiarbeit möglich ist.

Welche *Methoden der Binnendifferenzierung* Lehrkräfte manchmal oder häufig im Mathematikunterricht einsetzen, um mit Leistungsunterschieden zwischen den Schülerinnen und Schülern umzugehen, zeigt Abbildung 11.2. Deutlich wird, dass fast alle Methoden von mindestens 50 Prozent der Lehrkräfte manchmal oder häufig im Unterricht genutzt werden. Auffällig ist zudem, dass *binnendifferenzierende Methoden* häufiger verwendet werden, die im Rahmen von Einzel- und Stillarbeit realisiert werden können, die insgesamt einen hohen Anteil der Unterrichtszeit ausmacht (vgl. Abb. 11.1). So berichten annähernd Zweidrittel aller befragten Lehrkräfte (72 %), schnelle Jugendliche vorarbeiten zu lassen, während sie mit langsameren Schülerinnen und Schülern noch üben und wiederholen⁴. Dazu passt, dass fast genauso häufig angegeben wird, leistungsstarke Jugendliche durch Extraaufgaben zu fördern (Gymnasium: 69 %, nichtgymnasiale Schularten: 71 %) und höhere Anforderungen an leistungsstarke Jugendliche zu stellen, wobei Lehrkräfte in nichtgymnasialen Schularten dies etwas häufiger berichten (70 %) als Gymnasiallehrkräfte (64 %). Zwar verringern Lehrkräfte im Vergleich dazu insgesamt deutlich seltener das Anforderungsniveau für leistungsschwächere Jugendliche (46 %), aber auch hier zeigt sich ein deutlicher Schultypunterschied (Gymnasium: 35 %, nichtgymnasiale Schularten: 49 %), der darauf hinweist, dass Lehrkräfte in den nichtgymnasialen Schulen möglicherweise aufgrund der stärkeren Leistungsheterogenität ihrer Schülerschaft auch häufiger das Anforderungsniveau variieren. Ein ähnliches Muster zeigt sich auch für die Vergabe leistungsadaptiver Hausaufgaben, die Lehrkräfte nichtgymnasialer Schularten ebenfalls häufiger nutzten (37 %) als Gymnasiallehrkräfte (28 %). Keine nennenswerten schultypspezifischen Schwerpunkte sind dagegen bei der Bildung von leistungshomogenen beziehungsweise leistungsheterogenen Gruppen erkennbar: Weitgehend unabhängig von der Schultyp berichten die Lehrkräfte deutlich häufiger, fähigkeitshomogene Gruppen (in beiden Schularten 64 %) statt fähigkeitsheterogener Gruppen (Gymnasium: 47 %, nichtgymnasiale Schularten: 49 %) im Mathematikunterricht zu bilden.

Insgesamt zeigt sich, dass die formale Gestaltung des Mathematikunterrichts im Jahr 2018 ähnlich ausfällt wie dies auch in früheren Studien festgestellt wurde (Kunter et al., 2006; Pauli & Reusser, 2003). Die *Lern- und Organisationsformen* des Unterrichts variieren nur wenig und sind überwiegend durch klassische Lernformen (Klassenunterricht, Einzel- und Stillarbeit) geprägt, wobei der lehrerzentrierte Klassenunterricht überwiegt und am Gymnasium häufiger vorkommt als in nichtgymnasialen Schularten. Der hohe Anteil von Still- und Einzelarbeitsphasen scheint nur von einem kleinen Anteil der Lehrkräfte regelmäßig für individuell differenzierendes oder kooperatives Arbeiten (z.B. im Rahmen eines Wochenplans oder von Projektarbeit) genutzt zu werden, wobei dies in den nichtgymnasialen Schularten insgesamt häufiger zu beobachten ist als am Gymnasium. Bei der Nutzung von *Methoden der Binnendifferenzierung* zeigt sich, dass diese Methoden offenbar öfter in die umfangreichen Still- und Einzelarbeitsphasen integriert werden und Lehrkräfte nichtgymnasialer Schularten auch hier überwiegend angeben, diese Methoden etwas häufiger zu verwenden als Gymnasiallehrkräfte.

4 Der genaue Wortlaut der eingesetzten Items ist Tab. 11.2web zu entnehmen.

Abbildung 11.2: Häufig genutzte Methoden der Binnendifferenzierung im Mathematikunterricht insgesamt sowie am Gymnasium und an nichtgymnasialen Schularten (Angaben der Lehrkräfte)

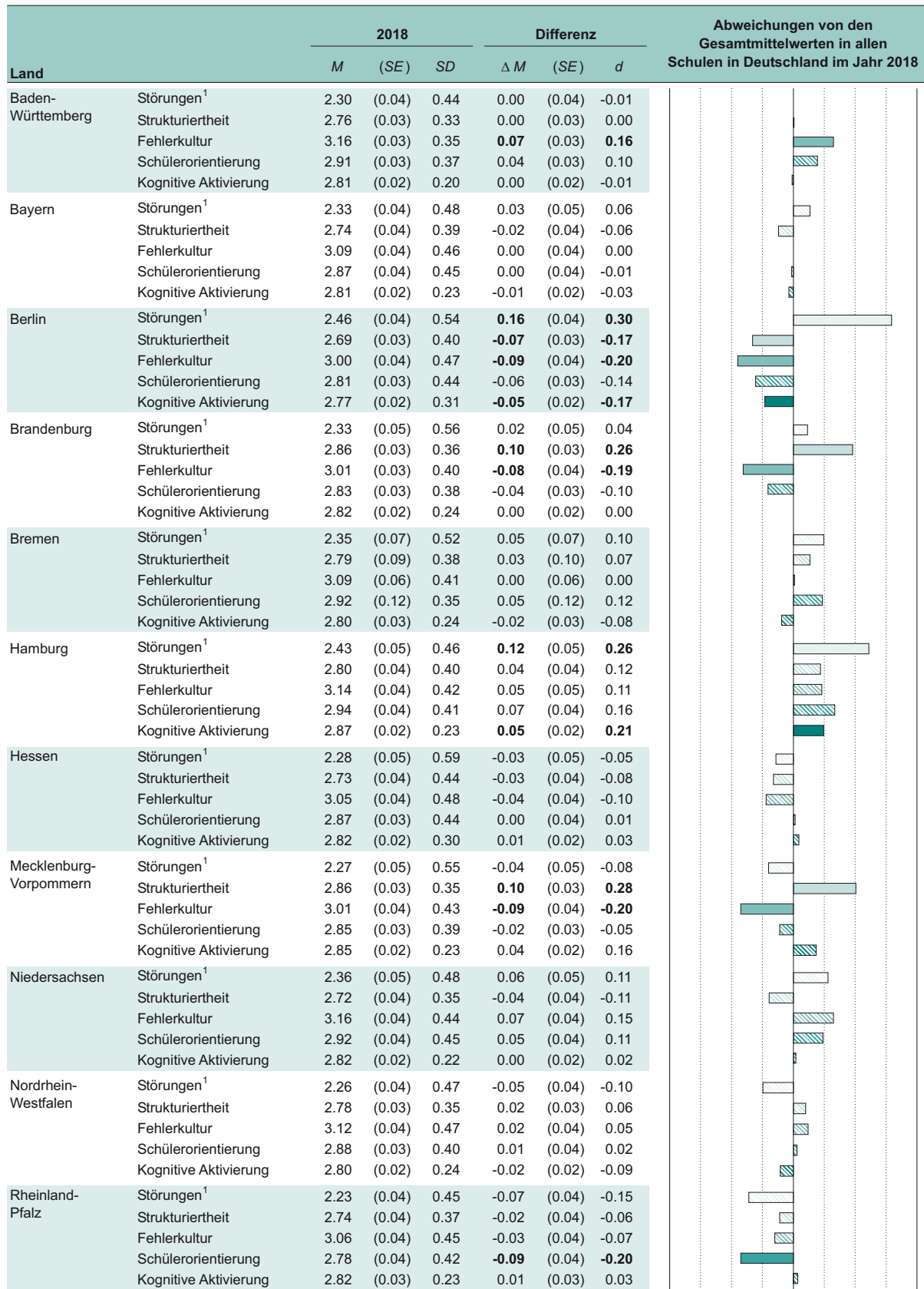


Anmerkungen: Angegeben sind gerundete Prozentwerte für die aufsummierten Antwortkategorien „manchmal“ und „häufig“. Bei den Angaben handelt es sich um ungewichtete Werte, die auf Antworten von Lehrkräften in allgemeinen Schulen basieren. Die Angaben für alle Antwortkategorien können dem Onlinematerial entnommen werden (vgl. Tab. 11.2web).

11.4.2 Tiefenstrukturen des Unterrichts im Jahr 2018: Klassenführung, konstruktive Unterstützung und kognitive Aktivierung

In diesem Abschnitt wird untersucht, wie die für den Lernerfolg besonders wichtigen Tiefenstrukturen des Unterrichts im Mittel aus Sicht der Schülerinnen und Schüler innerhalb von Lerngruppen bundesweit sowie in den einzelnen Ländern im Jahr 2018 ausgeprägt sind.

Für die Datenanalyse wurden zunächst die individuellen Skalenmittelwerte für jede Schülerin und jeden Schüler berechnet und fehlende Werte multipliziert imputiert (Graham, 2009; Schafer & Graham, 2002; vgl. auch Kapitel 13). Wie in anderen Studien wurden die Schülerantworten anschließend auf Ebene der Lerngruppe aggregiert (vgl. Kunter & Voss, 2011; Schiepe-Tiska et al., 2016). Die resultierenden Werte beschreiben somit die geteilte Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler in einer Lerngruppe. Abbildung 11.3 enthält die Ergebnisse für das Jahr 2018. Für jede Tiefenstruktur sind jeweils die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) sowie die Standardfehler (SE) als Maß der Unsicherheit angegeben. Zusätzlich werden die Mittelwertsdifferenz (ΔM) und dazugehörige Standardfehler (SE) sowie ein standardisiertes Effektmaß (Cohens d) für die Beurteilung der Abweichung vom Gesamtmittelwert in deutschen Schulen berichtet und grafisch veranschaulicht. Nach rechts weisende Balken weisen darauf hin, dass die Einschätzung der Jugendlichen innerhalb eines Landes über der kollektiven Einschätzung in allen Schulen liegt. Nach links weisende Balken zeigen an, dass die Einschätzung der Jugendlichen innerhalb eines Landes unterhalb der Einschätzung in allen Schulen liegt.

Abbildung 11.3: Lerngruppenmittelwerte und Streuungen der Tiefenstrukturen im Jahr 2018 und Abweichungen von den Gesamtmittelwerten in allen Schulen in Deutschland im Fach Mathematik

Land		2018			Differenz			Abweichungen von den Gesamtmittelwerten in allen Schulen in Deutschland im Jahr 2018
		M	(SE)	SD	ΔM	(SE)	d	
Saarland	Störungen ¹	2.34	(0.05)	0.52	0.03	(0.05)	0.07	
	Strukturiertheit	2.78	(0.03)	0.38	0.02	(0.03)	0.06	
	Fehlerkultur	3.13	(0.04)	0.44	0.03	(0.04)	0.08	
	Schülerorientierung	2.90	(0.04)	0.39	0.03	(0.04)	0.08	
	Kognitive Aktivierung	2.84	(0.02)	0.26	0.02	(0.02)	0.09	
Sachsen	Störungen ¹	2.20	(0.05)	0.48	-0.10	(0.05)	-0.21	
	Strukturiertheit	2.82	(0.03)	0.33	0.06	(0.03)	0.17	
	Fehlerkultur	2.97	(0.04)	0.41	-0.12	(0.04)	-0.29	
	Schülerorientierung	2.79	(0.03)	0.36	-0.08	(0.03)	-0.21	
	Kognitive Aktivierung	2.87	(0.02)	0.24	0.06	(0.02)	0.24	
Sachsen-Anhalt	Störungen ¹	2.26	(0.06)	0.62	-0.05	(0.06)	-0.08	
	Strukturiertheit	2.84	(0.03)	0.31	0.08	(0.03)	0.22	
	Fehlerkultur	2.96	(0.04)	0.41	-0.13	(0.04)	-0.31	
	Schülerorientierung	2.81	(0.03)	0.35	-0.06	(0.03)	-0.16	
	Kognitive Aktivierung	2.86	(0.02)	0.21	0.04	(0.02)	0.19	
Schleswig-Holstein	Störungen ¹	2.39	(0.04)	0.47	0.08	(0.04)	0.17	
	Strukturiertheit	2.69	(0.04)	0.38	-0.07	(0.04)	-0.18	
	Fehlerkultur	3.08	(0.04)	0.44	-0.01	(0.04)	-0.02	
	Schülerorientierung	2.85	(0.04)	0.43	-0.02	(0.04)	-0.05	
	Kognitive Aktivierung	2.82	(0.03)	0.27	0.00	(0.03)	0.01	
Thüringen	Störungen ¹	2.26	(0.06)	0.63	-0.04	(0.06)	-0.08	
	Strukturiertheit	2.87	(0.04)	0.40	0.11	(0.04)	0.28	
	Fehlerkultur	2.98	(0.05)	0.48	-0.11	(0.05)	-0.23	
	Schülerorientierung	2.85	(0.04)	0.44	-0.02	(0.04)	-0.04	
	Kognitive Aktivierung	2.88	(0.02)	0.23	0.06	(0.02)	0.27	
Deutschland	Störungen ¹	2.31	(0.01)	0.50				
	Strukturiertheit	2.76	(0.01)	0.37				
	Fehlerkultur	3.09	(0.01)	0.45				
	Schülerorientierung	2.87	(0.01)	0.42				
	Kognitive Aktivierung	2.82	(0.01)	0.24				

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben, dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. M = Mittelwert; SE = Standardfehler; SD = Standardabweichung; ΔM = Mittelwertsdifferenz; d = Effektstärke Cohens d.

¹ Hohe Werte bedeuten ein hohes Störungsaufkommen.

Fett gedruckte Werte unterscheiden sich signifikant ($p < .05$) von Werten für Deutschland. Schraffierte Balken zeigen statistisch nicht signifikante Differenzen an.

Als Indikatoren für die Qualität der *Klassenführung* werden Störungen und Strukturiertheit analysiert. Es zeigt sich, dass die geteilte Wahrnehmung in der Lerngruppe für das Merkmal Störungen in Deutschland insgesamt im Jahr 2018 bei 2.31 Punkten auf einer vierstufigen Skala und damit unterhalb des theoretischen Mittels von 2.50 Punkten liegt. Der Mathematikunterricht wird im bundesweiten Durchschnitt in den Lerngruppen also eher störungsärmer als störungsintensiver wahrgenommen. Nur wenige Ländermittelwerte weichen im Jahr 2018 bedeutsam vom Mittelwert in allen Schulen ab: In Sachsen wird der Mathematikunterricht am störungsärmsten eingeschätzt ($M = 2.20$) und auch signifikant störungsärmer als in Deutschland insgesamt ($d = -0.21$). Hingegen schätzen die Schülerinnen und Schüler ihren Mathematikunterricht in Berlin im Jahr 2018 am störungsintensivsten ein ($M = 2.46$). Ein signifikant höheres Störungsaufkommen als im bundesweiten Durchschnitt nehmen die Jugendlichen in Berlin ($d = 0.30$) und in Hamburg ($d = 0.26$) in ihrem Mathematikunterricht wahr.

Der Lerngruppenmittelwert für das wahrgenommene Ausmaß an Strukturiertheit liegt in Deutschland insgesamt bei 2.76 Punkten und variiert in den Ländern zwischen 2.69 Punkten in Berlin beziehungsweise Schleswig-Holstein

und 2.87 Punkten in Thüringen. Die Mittelwerte aller Länder liegen also über dem theoretischen Skalenmittelwert, was darauf hinweist, dass der Unterricht in der Tendenz eher als gut strukturiert wahrgenommen wird. Auffällig ist zudem, dass Jugendliche ihren Mathematikunterricht in allen ostdeutschen Ländern als besonders gut strukturiert einschätzen. Die Mittelwerte variieren zwischen diesen Ländern nur minimal zwischen 2.82 Punkten in Sachsen und 2.87 Punkten in Thüringen und liegen zudem in Brandenburg ($d = 0.26$), Mecklenburg-Vorpommern ($d = 0.28$), Sachsen ($d = 0.17$), Sachsen-Anhalt ($d = 0.22$) und Thüringen ($d = 0.28$) signifikant über dem Gesamtmittelwert in allen Schulen. Hier gelingt es den Lehrkräften also aus Sicht ihrer Schülerinnen und Schüler besonders gut, Zusammenhänge zum Vorwissen und dem Stoff anderer Fächer zu verdeutlichen und bei der Vermittlung der Unterrichtsinhalte in einer logischen Reihenfolge vorzugehen. Lediglich in Berlin verläuft der Mathematikunterricht aus Sicht der Jugendlichen signifikant weniger strukturiert als im bundesweiten Mittel ($d = -0.17$).

Die *konstruktive Unterstützung* wird anhand der Merkmale Fehlerkultur und Schülerorientierung untersucht. Für das Merkmal Fehlerkultur fällt der Mittelwert mit 3.09 Punkten auf einer vierstufigen Skala im bundesdeutschen Mittel hoch aus. Auch in den einzelnen Ländern werden recht hohe Werte berichtet, die zwischen 2.96 Punkten in Sachsen-Anhalt und 3.16 Punkten in Baden-Württemberg beziehungsweise Niedersachsen variieren. In Baden-Württemberg ist der Umgang mit Fehlern aus Sicht der Schülerinnen und Schüler konstruktiver als im bundesweiten Durchschnitt ($d = 0.16$). In Berlin ($d = -0.20$) und in den ostdeutschen Flächenländern Brandenburg ($d = -0.19$), Mecklenburg-Vorpommern ($d = -0.20$), Sachsen ($d = -0.29$), Sachsen-Anhalt ($d = -0.31$) und Thüringen ($d = -0.23$) ist die Fehlerkultur im Mathematikunterricht aus Sicht der Jugendlichen hingegen signifikant niedriger ausgeprägt als im bundesweiten Durchschnitt.

Der Mittelwert der wahrgenommenen Schülerorientierung liegt in Deutschland insgesamt bei 2.87 Punkten. Somit scheint der unterstützende und wertschätzende Umgang beim Lernen in Deutschland insgesamt geringer ausgeprägt zu sein als der konstruktive Umgang mit Fehlern. Die Werte variieren im Ländervergleich zwischen 2.78 Punkten in Rheinland-Pfalz und 2.94 Punkten in Hamburg. Signifikant weniger gut beim Lernen unterstützt und begleitet als im bundesdeutschen Mittel fühlen sich Jugendliche in Rheinland-Pfalz ($d = -0.20$) und Sachsen ($d = -0.21$). Hingegen liegt der Mittelwert in keinem Land statistisch bedeutsam oberhalb des Gesamtmittelwerts.

Für das Merkmal der *kognitiven Aktivierung* liegt der durchschnittliche Lerngruppenmittelwert in allen deutschen Schulen bei 2.82 Punkten. Die Mittelwerte fallen in Berlin mit 2.77 Punkten am geringsten und in Thüringen mit 2.88 Punkten am höchsten aus. Signifikant stärker kognitiv herausfordernd als im bundesdeutschen Mittel wird der Unterricht von Jugendlichen in Hamburg ($d = 0.21$), Sachsen ($d = 0.24$), Sachsen-Anhalt ($d = 0.19$) und in Thüringen ($d = 0.26$) beurteilt. Signifikant weniger kognitiv herausfordernd nehmen Schülerinnen und Schüler ihren Unterricht in Berlin wahr ($d = -0.17$).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass fast alle Indikatoren der Unterrichtsqualität sowohl bundesweit als auch in den einzelnen Ländern über dem theoretischen Skalenmittelwert liegen und für das Ausmaß wahrgenommener Störungen darunter. Dies spricht dafür, dass die Qualität des Mathematikunterrichts aus Sicht der Schülerinnen und Schüler recht positiv eingeschätzt wird, und zwar insbesondere für die Dimensionen der konstruktiven Unterstützung und der kogniti-

ven Aktivierung. Darüber hinaus zeichnet sich der Unterricht in den ostdeutschen Ländern, in denen die Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik überwiegend recht hoch ausfallen, dadurch aus, dass die Vermittlung der Unterrichtsinhalte in der kollektiven Wahrnehmung deutlich strukturierter verläuft als im bundesweiten Vergleich und in besonderem Maße darauf abzielt, kognitiv herausfordernde Verstehensprozesse anzuregen. Gleichzeitig ist die Fehlerkultur und die individuelle und konstruktive Unterstützung und Begleitung beim Lernen in diesen Ländern weniger stark ausgeprägt.

11.4.3 Tiefenstrukturen des Unterrichts im Trend: Klassenführung und kognitive Aktivierung

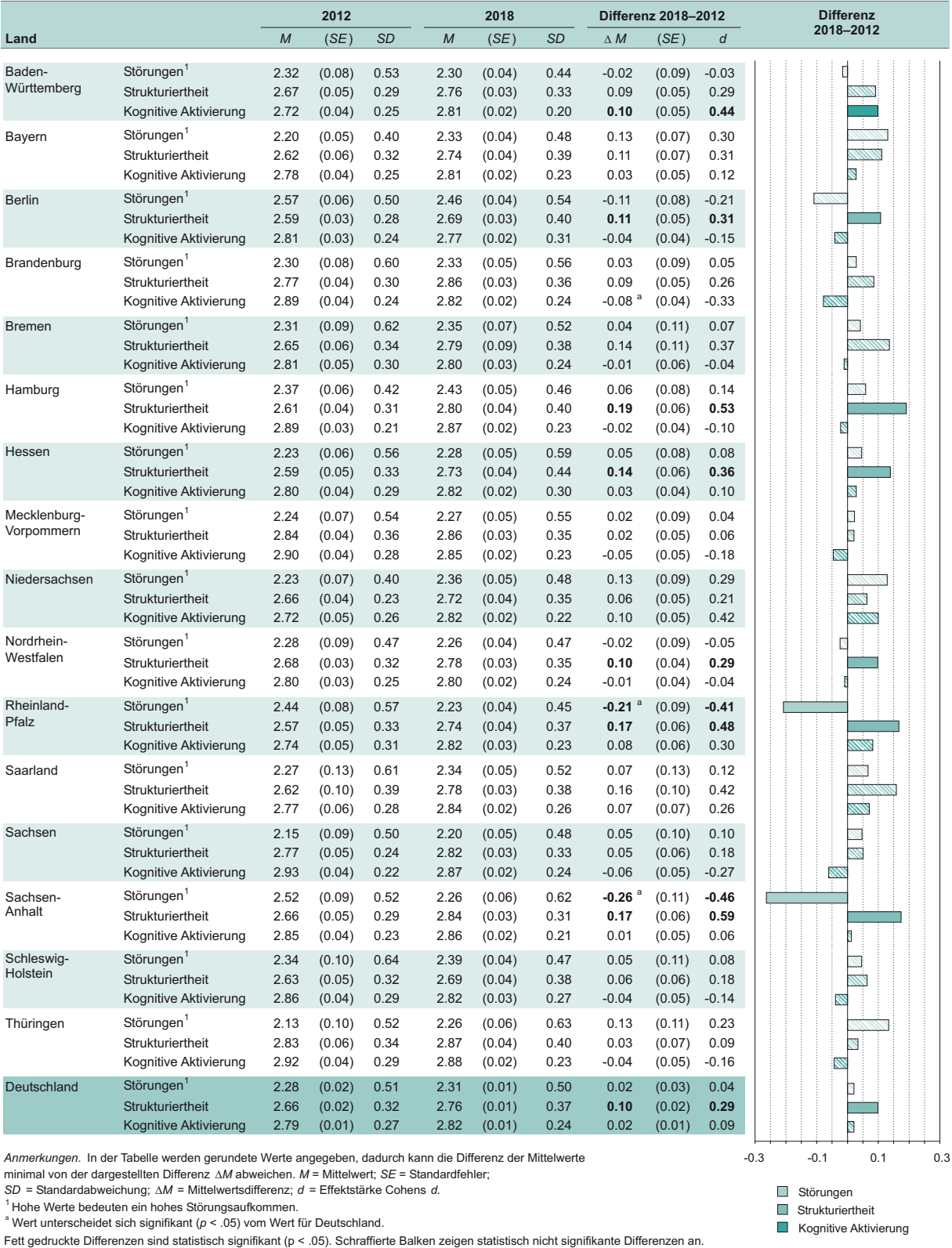
Bereits im IQB-Ländervergleich 2012 wurden die Merkmale Störungen und Strukturiertheit als Indikatoren der Dimension *Klassenführung* sowie das Ausmaß der *kognitiven Aktivierung* bei den Schülerinnen und Schülern erfasst. Deshalb soll im Folgenden geprüft werden, inwieweit sich die geteilte Wahrnehmung dieser Merkmale aus Sicht der Jugendlichen zwischen den Erhebungszeitpunkten verändert hat. Die Ergebnisse der Trendanalyse können Abbildung 11.4 entnommen werden. Neben den Mittelwerten (M), Standardabweichungen (SD) und Standardfehlern (SE) für die Jahre 2012 und 2018 sind für jedes Unterrichtsmerkmal die Mittelwertsdifferenzen (ΔM) zwischen beiden Erhebungszeitpunkten und deren Standardfehler (SE) sowie ein standardisiertes Effektmaß (Cohens d) angegeben. Die Mittelwertsdifferenz beziehungsweise das Effektmaß geben anders als in Abbildung 11.3 an, inwieweit sich die geteilte Wahrnehmung der Jugendlichen für das jeweilige Unterrichtsmerkmal im Zeitverlauf verändert hat. Diese Veränderungen sind auch grafisch veranschaulicht. Dabei bilden nach rechts weisende Balken eine Erhöhung der Mittelwertsausprägungen zwischen den Jahren 2012 und 2018 ab und nach links weisende Balken eine Verringerung. Der hochgestellte Buchstabe „a“ in der Spalte ΔM weist zudem darauf hin, dass sich die Einschätzung innerhalb eines Landes bezogen auf ein Unterrichtsmerkmal von der Einschätzung in allen deutschen Schulen im Trend signifikant unterscheidet.

Für die Dimension *Klassenführung* hat sich das Ausmaß der durch die Schülerinnen und Schüler im Bundesdurchschnitt wahrgenommenen Störungen seit dem Jahr 2012 nicht bedeutsam verändert. Auch in den meisten Ländern sind keine substanziellen Veränderungen zu beobachten. Lediglich in Rheinland-Pfalz ($d = -0.41$) und in Sachsen-Anhalt ($d = -0.46$) wird der Unterricht im Jahr 2018 signifikant störungsärmer beurteilt als im Jahr 2012. Zudem unterscheiden sich die Einschätzungen der Jugendlichen in diesen Ländern im Trend signifikant von den Einschätzungen in Deutschland insgesamt.

Für das Ausmaß an Strukturiertheit zeigt sich für Deutschland insgesamt, dass die Jugendlichen den Unterricht im Jahr 2018 als signifikant besser strukturiert bewerten als im Jahr 2012 ($d = 0.29$). Ein positiver Trend ist für diesen Indikator auch in Berlin ($d = 0.31$), Hamburg ($d = 0.53$), Hessen ($d = 0.36$), Nordrhein-Westfalen ($d = 0.29$), Rheinland-Pfalz ($d = 0.48$) und Sachsen-Anhalt ($d = 0.59$) zu beobachten.

Die Qualität der *kognitiven Aktivierung* wird weder im bundesweiten Durchschnitt noch in den meisten Ländern im Jahr 2018 statistisch bedeutsam höher oder geringer eingeschätzt als im Jahr 2012. Lediglich in Baden-Württemberg ($d = 0.44$) nehmen die Jugendlichen ihren Mathematikunterricht im Jahr 2018 signifikant kognitiv aktivierender wahr als im Jahr 2012.

Abbildung 11.4: Lerngruppenmittelwerte und Streuungen der Tiefenstrukturen im Fach Mathematik in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich



Zusammenfassend lässt sich somit feststellen, dass die Unterrichtsqualität bundesweit und in den einzelnen Ländern seit dem IQB-Ländervergleich 2012 weitgehend stabil geblieben ist. Allerdings wird der Unterricht im bundesweiten Durchschnitt und in einigen Ländern im Jahr 2018 signifikant strukturierter eingeschätzt als im Jahr 2012. Negative Veränderungen sind hingegen weder bundesweit noch innerhalb eines Landes festzustellen, sodass sich insgesamt ein unverändertes bis positives Bild ergibt.

11.4.4 Tiefenstrukturen des Unterrichts im Jahr 2018 und im Trend am Gymnasium und an nichtgymnasialen Schularten

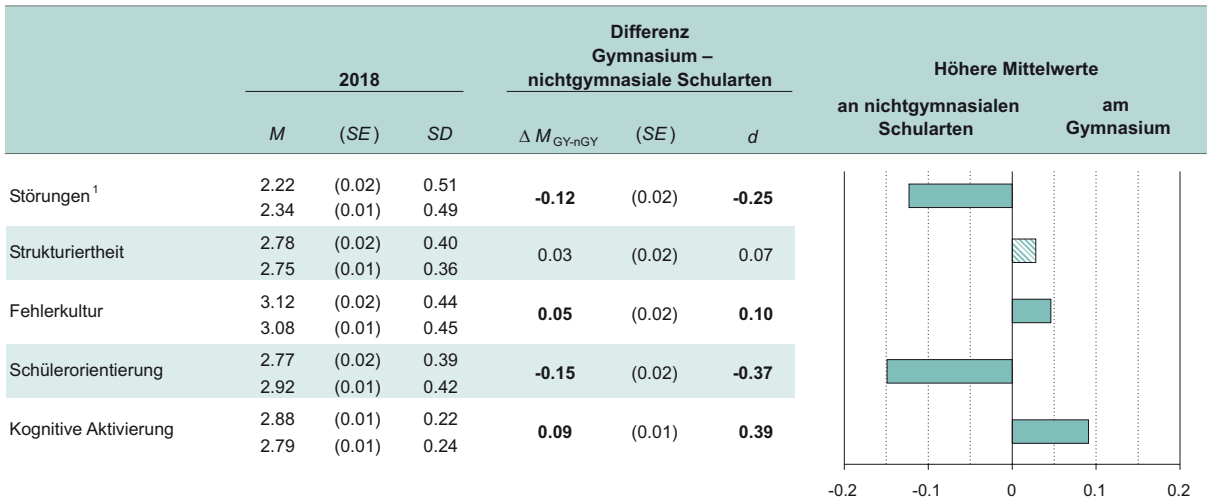
Wie die untersuchten Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik am Gymnasium und an nichtgymnasialen Schularten im Jahr 2018 ausgeprägt sind, zeigt Abbildung 11.5. Neben den Mittelwerten (M), Standardabweichungen (SD) und Standardfehlern (SE) für die Schularten sind die Differenzen ($\Delta M_{\text{GY-nGY}}$) der Lerngruppenmittelwerte zwischen den nichtgymnasialen Schularten und dem Gymnasium sowie die dazugehörige Effektstärke (Cohens d) angegeben. Die Schulartunterschiede sind zusätzlich grafisch veranschaulicht. Nach rechts weisende Balken kennzeichnen höhere Mittelwerte am Gymnasium und nach links weisende Balken höhere Mittelwerte in nichtgymnasialen Schularten. In Abbildung 11.6 sind für die Tiefenstrukturen, die sowohl im Jahr 2012 als auch im Jahr 2018 erfasst wurden (Störungen, Strukturiertheit, kognitive Aktivierung) neben den zuvor genannten Kennwerten für die Trendbetrachtung die Mittelwertsdifferenzen (ΔM) und die dazugehörigen Standardfehler (SE) sowie Effektstärken (d) angegeben. Diese Ergebnisse sind auch grafisch veranschaulicht und kennzeichnen, inwieweit sich die Einschätzung einer Tiefenstruktur innerhalb einer Schulart im Zeitverlauf erhöht (nach rechts weisende Balken) oder verringert hat (nach links weisende Balken). Wenn sich die Unterschiede zwischen den Einschätzungen am Gymnasium im Vergleich zu den nichtgymnasialen Schularten im Zeitverlauf verändert haben, ist dies in der Spalte ΔM durch ein hochgestelltes „a“ gekennzeichnet.

Für die Dimension *Klassenführung* wird deutlich, dass der Unterricht im Jahr 2018 am Gymnasium signifikant störungsärmer erlebt wird als in den nichtgymnasialen Schularten ($d = -0.25$, vgl. Abb. 11.5). Ähnlich wie in Deutschland insgesamt und in den meisten Ländern (vgl. Abb. 11.4) hat sich das Ausmaß der wahrgenommenen Störungen seit dem Jahr 2012 weder am Gymnasium noch in den nichtgymnasialen Schularten bedeutsam verändert (vgl. Abb. 11.6).

Die Strukturiertheit des Mathematikunterrichts wird im Jahr 2018 am Gymnasium ähnlich eingeschätzt wie in den nichtgymnasialen Schularten (vgl. Abb. 11.5). Dies stellt eine Veränderung im Vergleich zum Jahr 2012 dar und ist auf differenzielle Veränderungen in den verschiedenen Schularten seit dem IQB-Ländervergleich 2012 zurückzuführen (vgl. hochgestelltes „a“ in der Spalte ΔM in Abb. 11.6). So wird der Mathematikunterricht in den nichtgymnasialen Schularten im Jahr 2018 signifikant strukturierter eingeschätzt als im Jahr 2012 ($d = 0.36$). Am Gymnasium hat sich die wahrgenommene Strukturiertheit seit dem Jahr 2012 hingegen nicht bedeutsam verändert.

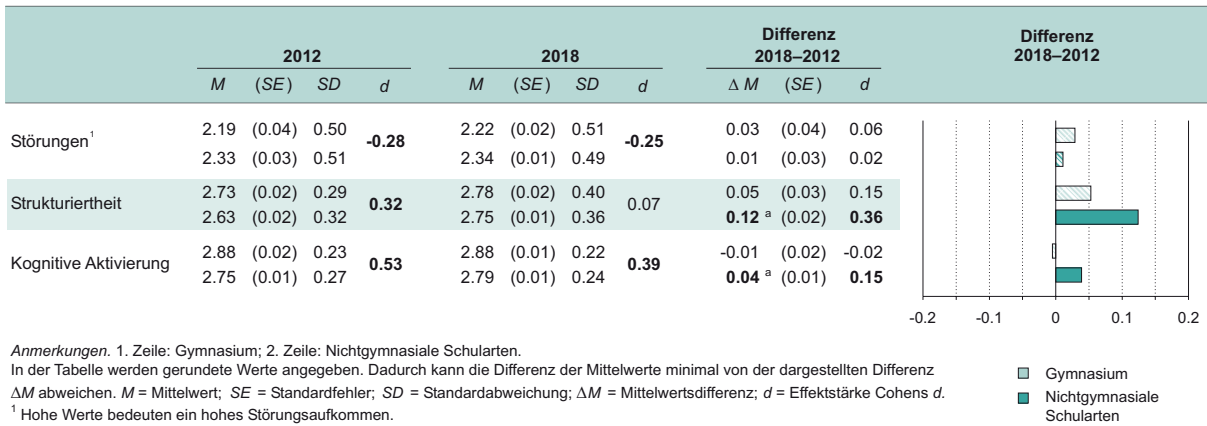
Für die Dimension der *konstruktiven Unterstützung* zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler die Fehlerkultur am Gymnasium im Jahr 2018 signifikant positiver einschätzen als in den nichtgymnasialen Schularten, wobei dieser Unterschied recht klein ausfällt ($d = 0.10$, vgl. Abb. 11.5). Ein umge-

Abbildung 11.5: Lerngruppenmittelwerte und Streuungen der Tiefenstrukturen im Jahr 2018 am Gymnasium und an nichtgymnasialen Schularten



Anmerkungen. 1. Zeile: Gymnasium, 2. Zeile: Nichtgymnasiale Schularten.
In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen.
M = Mittelwert; *SE* = Standardfehler; *SD* = Standardabweichung; ΔM_{GY-nGY} = Differenz der Mittelwerte zwischen Gymnasium und nichtgymnasialen Schularten; *d* = Effektstärke Cohens *d*.
¹ Hohe Werte bedeuten ein hohes Störungsaufkommen.
Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 11.6: Lerngruppenmittelwerte und Streuungen der Tiefenstrukturen am Gymnasium und an nichtgymnasialen Schularten in den Jahren 2012 und 2018 im Vergleich



Anmerkungen. 1. Zeile: Gymnasium; 2. Zeile: Nichtgymnasiale Schularten.
In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Differenz der Mittelwerte minimal von der dargestellten Differenz ΔM abweichen. *M* = Mittelwert; *SE* = Standardfehler; *SD* = Standardabweichung; ΔM = Mittelwertsdifferenz; *d* = Effektstärke Cohens *d*.
¹ Hohe Werte bedeuten ein hohes Störungsaufkommen.
^a Wert unterscheidet sich signifikant ($p < .05$) vom Wert für Gymnasien.
Fett gedruckte Differenzen sind statistisch signifikant ($p < .05$). Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

kehrtes Bild zeigt sich für die Schülerorientierung. Hier berichten Jugendliche am Gymnasium, dass sie sich signifikant weniger individuell beim Lernen unterstützt und durch ihre Lehrkräfte wertgeschätzt fühlen als Jugendliche in nichtgymnasialen Schulen ($d = -0.37$). Da die Fehlerkultur und die Schülerorientierung im IQB-Ländervergleich 2012 nicht erfasst wurden, kann nicht untersucht werden, inwieweit sich diese Merkmale im Verlauf der letzten sechs Jahre in der Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler verändert haben.

Für die *kognitive Aktivierung* ergeben sich ebenfalls bedeutsame Schulartunterschiede. Demnach wird der Mathematikunterricht im Jahr 2018 aus Sicht der Jugendlichen am Gymnasium kognitiv herausfordernder gestaltet als in den nichtgymnasialen Schularten ($d = 0.39$, vgl. Abb. 11.5). Ähnlich wie für die

Strukturiertheit zeigen sich auch für die kognitive Aktivierung differenzielle Trends für die Schularten (vgl. Abb. 11.6): Während der Mathematikunterricht am Gymnasium im Jahr 2018 genauso kognitiv aktivierend eingeschätzt wird wie im Jahr 2012, nehmen Jugendliche in den nichtgymnasialen Schularten ihren Mathematikunterricht signifikant kognitiv aktivierender wahr als im Jahr 2012 ($d = 0.15$). Dadurch hat sich der Unterschied zwischen der geteilten Wahrnehmung am Gymnasium und in den nichtgymnasialen Schularten bedeutsam verringert.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass am Gymnasium und in den nichtgymnasialen Schularten im Jahr 2018 deutliche Unterschiede zwischen den Unterrichtskulturen erkennbar sind, die teilweise auch in früheren Studien festgestellt wurden (vgl. Gruehn, 2000; Kunter & Voss, 2011). Demnach verläuft der Unterricht am Gymnasium in der kollektiven Wahrnehmung disziplinierter beziehungsweise störungsärmer, regt in stärkerem Maße eine vertiefte kognitive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand an und ist durch eine positivere Fehlerkultur gekennzeichnet als in den nichtgymnasialen Schularten. Gleichzeitig wird der Mathematikunterricht in den nichtgymnasialen Schularten als schülerorientierter beziehungsweise wertschätzender eingeschätzt als am Gymnasium. Erfreulich sind insbesondere die positiven Trends für die Strukturiertheit und *kognitive Aktivierung* zugunsten der nichtgymnasialen Schularten. Diese Veränderungen weisen darauf hin, dass den Lehrkräften in den nichtgymnasialen Schularten die strukturierte Unterrichtsgestaltung und die Anregung mathematischer Verstehensprozesse, die Schülerinnen und Schüler in stärkerem Maße kognitiv herausfordern, aus Sicht der Jugendlichen zunehmend besser gelingt.

11.5 Bedeutung von Unterrichtsmerkmalen für den Lernerfolg im Mathematikunterricht

Inwieweit das Erreichen unterschiedlicher Lernziele im Mathematikunterricht einerseits mit Oberflächenmerkmalen des Unterrichts (Sichtstrukturen) und andererseits mit Merkmalen des Lehr-Lernprozesses (Tiefenstrukturen) zusammenhängt, soll nachfolgend untersucht werden. Hierbei werden multikriteriale Zielsetzungen des Unterrichts in den Blick genommen, denn der Unterricht soll neben der Entwicklung mathematischer Kompetenzen auch dazu beitragen, das fachbezogene Interesse und ein positives Selbstkonzept bei den Schülerinnen und Schülern herauszubilden und zu stärken sowie Mathematikängstlichkeit vorzubeugen oder abzubauen. Bevor die Ergebnisse in Abschnitt 11.5.2 dargestellt werden, wird zunächst beschrieben, wie diese Zielvariablen im IQB-Bildungstrend 2018 erfasst und analysiert wurden.

11.5.1 Methode

Das *mathematikbezogene Selbstkonzept* kennzeichnet, wie kompetent sich Schülerinnen und Schüler bei der Bearbeitung mathematischer Probleme einschätzen (vgl. Kapitel 10). Das Selbstkonzept ist subjektiv und fachspezifisch geprägt. Es basiert vor allem auf früheren Kompetenzerfahrungen, wird aber auch durch Vergleiche mit Mitschülerinnen und Mitschülern sowie Kompetenzerfahrungen in anderen Fächern beeinflusst (Möller & Schiefele, 2004). Im IQB-Bildungstrend 2018 gaben die Schülerinnen und Schüler auf einer vierstufigen

Antwortskala (1 = „trifft gar nicht zu“ bis 4 = „trifft völlig zu“) an, wie sehr die insgesamt vier zur Erfassung des mathematischen Selbstkonzepts vorgelegten Aussagen für sie zutreffen ($\alpha = .88$, z.B. „In Mathematik lerne ich schnell.“). Diese Items wurden in ähnlicher Form bereits in PISA⁵ 2003 eingesetzt (Ramm et al., 2006).

Das *mathematische Interesse* äußert sich durch anhaltende Wertschätzung und positive Emotionen gegenüber den Inhalten des Fachs Mathematik und durch die Beschäftigung mit diesen Inhalten (vgl. Kapitel 10; Schiefele & Schaffner, 2015). Zur Erfassung des mathematischen Interesses wurden die Schülerinnen und Schüler gebeten, auf der zuvor genannten vierstufigen Antwortskala anzugeben, wie sehr die vier vorgelegten Aussagen für sie zutreffen ($\alpha = .89$, z.B. „Die Beschäftigung mit Mathematik gehört zu meinen Lieblingstätigkeiten.“). Auch diese Skala wurde in ähnlicher Form bereits in PISA 2003 verwendet (Ramm et al., 2006).

Mathematikangst ist eine leistungsbezogene Emotion, die ein Gefühl von Anspannung, Besorgnis oder Furcht bei der Bearbeitung mathematischer Probleme im täglichen Leben und in der Schule beschreibt. Mathematikangst weist negative Zusammenhänge mit der Mathematikkompetenz und dem mathematischen Selbstkonzept auf und trägt dazu bei, dass Situationen vermieden werden, die mathematische Anforderungen beinhalten (z.B. Studiengangswahl oder Berufswahl mit mathematischen Inhalten; Pekrun, 2006). Erfasst wurde Mathematikangst im IQB-Bildungstrend 2018 mit fünf Aussagen, die in ähnlicher Form in PISA 2012 eingesetzt wurden (Mang et al., 2018). Die Schülerinnen und Schüler gaben für jede Aussage auf der zuvor genannten vierstufigen Antwortskala an, wie sehr diese jeweils für sie zutrifft ($\alpha = .88$, z.B. „Ich mache mir Sorgen, dass ich in Mathematik schlechte Noten bekomme.“).

Um die Zusammenhänge zwischen Merkmalen der wahrgenommenen Unterrichtsqualität aus Sicht der Lehrkräfte (Sichtstrukturen) beziehungsweise der Schülerinnen und Schüler (Tiefenstrukturen) und den mathematischen Kompetenzen sowie den motivational-emotionalen Zielvariablen unter Berücksichtigung der hierarchischen Datenstruktur zu analysieren, wurden mehrere latente Mehrebenenmodelle spezifiziert.⁶

Für die Tiefenstrukturen wurden das wahrgenommene Störungsaufkommen als Indikator für die *Klassenführung* und die Schülerorientierung als Indikator für die Qualität der *konstruktiven Unterstützung* in die Analysen einbezogen sowie alle Items zur Erfassung der *kognitiven Aktivierung*. Da die Sichtstrukturen anhand von Einschätzungen durch die Lehrkräfte erfasst wurden, erfolgte die Modellierung in diesem Fall ausschließlich auf der Ebene der Lerngruppe. Dabei wurde je ein latenter Faktor für eher traditionelle *Lern- und Organisationsformen*⁷ sowie für stärker individualisierende beziehungsweise kooperative *Lern- und*

5 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.

6 Alle Analysen wurden mit MPlus 8.3 (Muthén & Muthén, 1998–2017) unter Verwendung des *Full Information Maximum Likelihood*-Ansatzes und unter Berücksichtigung der Schüler- und Lerngruppengewichtung durchgeführt. Für jede abhängige Variable (mathematische Kompetenz, Selbstkonzept, Interesse und Mathematikangst) wurde ein doppelt latentes Mehrebenenmodell spezifiziert (Marsh et al., 2012). Die Tiefenstrukturen und die motivational-emotionalen Zielvariablen wurden dabei anhand der Einzelitems auf der individuellen Ebene der Schülerinnen und Schüler sowie als geteilte Wahrnehmung auf der Ebene der Lerngruppe latent modelliert.

7 Eher traditionellere *Lern- und Organisationsformen* umfassen die Items Klassenunterricht sowie Einzel- und Stillarbeit.

*Organisationsformen*⁸ gebildet. Darüber hinaus wurden für *Methoden der Binnendifferenzierung* drei latente Faktoren geschätzt, die die Häufigkeit binnendifferenzierender Gruppenbildung, die Häufigkeit der Variation des Anforderungsniveaus und die Häufigkeit der Variation von Aufgabenstellungen kennzeichnen.⁹

Als Kontrollvariablen wurden auf Ebene der Lerngruppen die Schulart sowie demografische Merkmale der Lehrkraft (Alter, Geschlecht) und Angaben ihrer Qualifikation (fachfremd, Quereinstieg) in den Analysen berücksichtigt. Auf Ebene der Schülerinnen und Schüler (Individualebene) gingen neben Angaben zum Geschlecht und dem Zuwanderungshintergrund der Jugendlichen auch der sozioökonomische Status der Familie (HISEI; Ganzeboom, 2010; Ganzeboom, de Graaf & Treiman, 1992) sowie die Ergebnisse eines Tests zur Erfassung kognitiver Grundfähigkeiten (Wilhelm, Schroeders & Schipolowski, 2014) in die Modelle ein.¹⁰ In den Analysen mit motivational-emotionalen Zielvariablen wurden zusätzlich die individuelle mathematische Kompetenz (Individualebene) und die im Mittel erreichten Kompetenzen in der Lerngruppe (Lerngruppenebene) kontrolliert, da diese hohe und teils entgegengesetzte Zusammenhangsmuster mit den Zielvariablen auf der Individual- und Lerngruppenebene aufweisen (vgl. *Big-Fish-Little-Pond-Effekt*; Goetz et al., 2004; Marsh & Hau, 2003).

Bei der Interpretation von Effekten der Tiefenstrukturen ist zu berücksichtigen, dass diese auf der Lerngruppenebene ausdrücken, inwieweit die geteilte Wahrnehmung in der Lerngruppe unter Kontrolle weiterer Merkmale der Lerngruppe mit der jeweils betrachteten Zielvariable im Mathematikunterricht zusammenhängt (mathematische Kompetenz, Selbstkonzept, Interesse, Mathematikangst). Auf der Individualebene kennzeichnen die Effekte hingegen, wie stark die individuell von der geteilten Wahrnehmung in der Lerngruppe abweichende Einschätzung eines Unterrichtsmerkmals mit der Zielvariable zusammenhängt. Zeigt sich auf der individuellen Ebene der Schülerinnen und Schüler also beispielsweise ein positiver Zusammenhang zwischen einer Tiefenstruktur und einer Zielvariable, so weist dies darauf hin, dass Schülerinnen und Schüler, die diese Tiefenstruktur positiver bewerten als ihre Lerngruppe im Durchschnitt, höhere Werte auf der Zielvariable aufweisen.

-
- 8 Eher individualisierende beziehungsweise kooperative *Lern- und Organisationsformen* umfassen die Items Freiarbeit, Peer-Tutoring, Wochenplanarbeit, Projektlernen und Kleingruppenarbeit. Diese Lernformen werden teilweise auch unter dem Begriff der sogenannten „neuen Lernkulturen“ zusammengefasst (Gasser, 1999).
 - 9 Die drei latenten Faktoren beinhalten folgende Items: Gruppenbildung (Bildung leistungshomogener Gruppen, Bildung leistungsheterogener Gruppen), Variation des Anforderungsniveaus (höhere Anforderungen an leistungsstarke Jugendliche, geringere Anforderungen an leistungsschwächere Jugendliche), Variation von Aufgabenstellungen (leistungsadaptive Aufgabenstellungen bei Stillarbeit, Förderung leistungsstarker Jugendlicher durch Extraaufgaben, Vergabe von Zusatzaufgaben zum besseren Verständnis, schnelle Jugendliche dürfen vorarbeiten, leistungsadaptive Hausaufgabenvergabe).
 - 10 Alle nominalen Prädiktorvariablen wurden wie folgt zu dichotomen Variablen mit den Ausprägungen 0 und 1 transformiert (Dummy-Kodierung): Geschlecht: 0 (männlich) und 1 (weiblich); Zuwanderungshintergrund: 0 (kein Zuwanderungshintergrund, einschließlich Jugendliche der 3. Zuwanderergeneration) und 1 (Zuwanderungshintergrund, das heißt mindestens ein Elternteil wurde im Ausland geboren); Fachfremd: 0 (Mathematik wurde im Rahmen des Lehramtsstudiums studiert) und 1 (Mathematik wurde im Rahmen des Lehramtsstudiums nicht studiert und wird fachfremd unterrichtet); Quereinstieg: 0 (Lehramtsstudium vorhanden) und 1 (Lehramtsstudium nicht vorhanden). Alle übrigen Prädiktorvariablen wurden z-standardisiert.

11.5.2 Ergebnisse

Zunächst wurde für alle Zielvariablen der Varianzanteil bestimmt, der sich auf Unterschiede zwischen Lerngruppen zurückführen lässt (Intraklassenkorrelation). Für die mathematische Kompetenz beträgt dieser Varianzanteil 56 Prozent. Demnach sind 56 Prozent der Kompetenzunterschiede zwischen Jugendlichen darauf zurückzuführen, dass sie unterschiedliche Schularten und Lerngruppen besuchen. Für die motivational-emotionalen Variablen fällt dieser Anteil mit 4 Prozent (Selbstkonzept und Interesse) beziehungsweise 3 Prozent (Mathematikangst) erwartungskonform deutlich niedriger aus. Für diese motivational-emotionalen Variablen ist deshalb zu erwarten, dass sie vor allem mit der individuell wahrgenommenen und weniger mit der auf Lerngruppenebene geteilten Wahrnehmung der Unterrichtsqualität zusammenhängen. Die Ergebnisse der mehrbenenanalytischen Auswertungen sind in Tabelle 11.1 dargestellt.

In Modell 1 (mathematische Kompetenz) zeigt sich für die Sichtstrukturen unter Kontrolle aller weiteren Sicht- und Tiefenstrukturen, dass lediglich eine häufigere Nutzung eher individualisierender beziehungsweise kooperativer *Lern- und Organisationsformen* mit signifikant höheren Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern einhergeht (+10 Punkte). Für die Tiefenstrukturen wird auf Lerngruppenebene erkennbar, dass die kollektive Wahrnehmung des Störungsaufkommens keinen bedeutsamen Zusammenhang mit den mathematischen Kompetenzen aufweist. Hingegen geht ein in der Lerngruppe als stärker kognitiv aktivierend beurteilter Unterricht erwartungsgemäß mit höheren mathematischen Kompetenzen einher (+21 Punkte)¹¹. Die bivariaten Korrelationen zwischen der mathematischen Kompetenz und Sicht- beziehungsweise Tiefenstrukturen auf Lerngruppenebene sowie separate Mehrebenenmodelle, in denen jeweils nur die Zusammenhänge einer Tiefenstruktur und mathematischen Kompetenzen berücksichtigt werden, können den Tabellen 11.3web und 11.4web entnommen werden.

11 Dass eine in der Lerngruppe hohe geteilte Wahrnehmung eines schülerorientierten Unterrichts mit geringeren mathematischen Kompetenzen einhergeht (–20 Punkte) ist ein methodisches Artefakt und wurde auch in anderen Studien in ähnlicher Größenordnung beobachtet (Schiepe-Tiska et al., 2016). Dieser Effekt ist auf eine sogenannte Suppression (Horst, 1941) mit der kognitiven Aktivierung zurückzuführen und daher nicht sinnvoll interpretierbar. Dies wird sowohl daran deutlich, dass auf der Lerngruppenebene kein bivariater Zusammenhang zwischen der Schülerorientierung und der mathematischen Kompetenz nachweisbar ist (vgl. Tab. 11.3web) als auch daran, dass die geteilte Wahrnehmung darüber, wie schülerorientiert der Mathematikunterricht in der Lerngruppe ausgeprägt ist, nicht zur Erklärung von Unterschieden in der mathematischen Kompetenz beiträgt, wenn keine weitere Tiefenstrukturen auf der Lerngruppenebene berücksichtigt wird (vgl. Tab. 11.4web). Gleichzeitig weist die Schülerorientierung eine deutliche Varianzüberlappung mit der kognitiven Aktivierung auf ($r = .72$, vgl. Tab. 11.3web). Das heißt, kognitiv aktivierender Unterricht ist in der Regel auch schülerorientiert beziehungsweise wertschätzend und umgekehrt. Theoretisch kann angenommen werden, dass ein kognitiv aktivierender Unterricht ein gewisses Maß an schülerorientiertem Arbeiten voraussetzt. Dieser Zusammenhang zwischen Schülerorientierung und kognitiver Aktivierung ist aber für die Erklärung von Unterschieden in der mathematischen Kompetenz unerheblich. Entscheidend ist, dass der Unterricht kognitiv aktivierend gestaltet ist. Folglich korreliert die kognitive Aktivierung positiv mit der mathematischen Kompetenz ($r = .18$, vgl. Tab. 11.3web). In der multiplen Regression wird bei der Berechnung der Regressionsgewichte der gemeinsame (und für die mathematische Kompetenz nicht erklärungsrelevante) Varianzanteil beider Prädiktoren entfernt, wodurch sich die Regressionsgewichte verändern beziehungsweise erhöhen. Der negative Effekt der Schülerorientierung auf die mathematische Kompetenz drückt inhaltlich aus, dass ein sehr schülerorientierter und wertschätzender Umgang, der jedoch keinerlei kognitiv anregende Aktivitäten bei den Jugendlichen auslöst, negativ mit dem Kompetenzerwerb assoziiert ist.

Tabelle 11.1: Latente Mehrebenenmodelle für erreichte mathematische Kompetenzen, mathematikbezogenes Selbstkonzept, mathematisches Interesse und Mathematikangst mit Merkmalen der Unterrichtsqualität als Prädiktoren

Modellelemente	Mathe- matische Kompetenz (Modell 1)		Mathematik- bezogenes Selbst- konzept (Modell 2)		Mathe- matisches Interesse (Modell 3)		Mathe- matikangst (Modell 4)	
	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)
Ordinatenabschnitt	492	(2.14)						
Ebene der Schülerinnen und Schüler								
<i>Tiefenstrukturen des Unterrichts</i>								
Störungen	0	(0.90)	-0.07	(0.01)	-0.06	(0.01)	0.11	(0.01)
Schülerorientierung	6	(1.50)	0.16	(0.01)	0.19	(0.02)	-0.20	(0.02)
Kognitive Aktivierung	2	(1.50)	-0.02	(0.02)	0.02	(0.02)	0.10	(0.02)
<i>Hintergrundmerkmale</i>								
Kognitive Grundfähigkeiten	47	(1.00)	0.02	(0.01)	0.04	(0.01)	-0.01	(0.01)
Sozioökonomischer Status	8	(1.00)	0.03	(0.01)	0.03	(0.01)	-0.02	(0.01)
Mathematische Kompetenz	-.1	-.1	0.63	(0.02)	0.43	(0.02)	-0.54	(0.02)
Zuwanderungshintergrund	-25	(2.00)	0.13	(0.02)	0.12	(0.02)	-0.06	(0.02)
Geschlecht	-22	(1.60)	-0.19	(0.02)	-0.12	(0.02)	0.32	(0.02)
Ebene der Lerngruppe								
<i>Tiefenstrukturen des Unterrichts</i>								
Störungen	-4	(2.50)	-0.01	(0.02)	-0.03	(0.02)	0.00	(0.02)
Schülerorientierung	-20	(4.40)	0.04	(0.03)	0.07	(0.03)	-0.09	(0.03)
Kognitive Aktivierung	21	(5.20)	0.01	(0.04)	0.02	(0.03)	0.02	(0.03)
<i>Sichtstrukturen des Unterrichts</i>								
Individualisierende und kooperative Organisationsformen	10	(4.30)	0.06	(0.03)	0.03	(0.03)	-0.01	(0.03)
Traditionellere Organisationsformen	-1	(1.60)	0.02	(0.01)	0.02	(0.01)	-0.01	(0.01)
Binnendifferenzierung (Gruppenbildung)	-7	(4.30)	-0.03	(0.03)	-0.01	(0.03)	-0.01	(0.03)
Binnendifferenzierung (Anforderungsniveau)	-3	(3.00)	-0.01	(0.02)	-0.03	(0.02)	0.00	(0.02)
Binnendifferenzierung (Aufgabenvariation)	-5	(4.60)	0.02	(0.03)	0.05	(0.03)	-0.01	(0.03)
<i>Hintergrundmerkmale</i>								
Mittlere mathematische Klassenkompetenz	-.1	-.1	-0.33	(0.02)	-0.28	(0.03)	0.26	(0.02)
Alter der Lehrkraft	-3	(1.40)	0.00	(0.01)	0.00	(0.01)	0.00	(0.01)
Geschlecht der Lehrkraft	3	(2.70)	-0.04	(0.02)	-0.04	(0.02)	0.04	(0.02)
Schulart	92	(3.30)	-0.11	(0.03)	-0.04	(0.03)	0.03	(0.03)
Qualifikation: Quereinstieg	-10	(4.90)	0.02	(0.04)	0.05	(0.04)	-0.01	(0.04)
Qualifikation: fachfremd	-17	(4.80)	0.02	(0.03)	0.05	(0.04)	-0.02	(0.03)
Varianzanteile								
R^2 Ebene der Schülerinnen und Schüler	0.37	(0.01)	0.51	(0.01)	0.28	(0.02)	0.40	(0.02)
R^2 Ebene der Lerngruppe	0.73	(0.02)	0.83	(0.03)	0.82	(0.04)	0.85	(0.04)

Anmerkungen. Die Koeffizienten auf der Individual- und Lerngruppenebene wurden mit den Gewichten der jeweiligen Ebene geschätzt. Alle Koeffizienten wurden an der Gesamtvarianz der abhängigen Variable (Varianz auf Individual- und Lerngruppenebene) standardisiert. *b* = Regressionskoeffizient; *SE* = Standardfehler; R^2 = Bestimmtheitsmaß.

Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schulart: 0 = nichtgymnasiale Schularten, 1 = Gymnasium.

¹ Merkmal wurde nicht in die Analyse einbezogen.

Fett gedruckte Koeffizienten sind statistisch signifikant ($p < .05$).

$N_{\text{Jugendliche}} = 19395$, $N_{\text{Lehrkräfte}} = 1830$.

Auf der individuellen Ebene zeigt sich, dass Jugendliche, die ihren Mathematikunterricht schülerorientierter beziehungsweise stärker unterstützend einschätzen als die Lerngruppe im Durchschnitt, signifikant höhere mathematische Kompetenzen erzielen (+6 Punkte). Darüber hinaus weisen auf der individuellen Ebene weder die wahrgenommene kognitive Aktivierung noch das Störungsaufkommen einen substanziellen Zusammenhang mit den erreichten mathematischen Kompetenzen auf.

Modell 2 ist zu entnehmen, dass traditionelle *Lern- und Organisationsformen* einen signifikant positiven Effekt auf das mathematikbezogene Selbstkonzept aufweisen ($b = .02$), der aufgrund seiner Größe allerdings praktisch zu vernachlässigen ist. Darüber hinaus tragen auch hier weder die häufige Nutzung eher individualisierender und kooperativer *Lern- und Organisationsformen* noch *binnendifferenzierender Methoden* bedeutsam zur Erklärung von Unterschieden im Selbstkonzept bei, wenn die durchschnittliche Mathematikleistung in der Klasse kontrolliert wird. Darüber hinaus gehen Unterschiede im Selbstkonzept weder mit der in der Lerngruppe geteilten Wahrnehmung darüber einher, wie störungsarm oder schülerorientiert noch wie kognitiv aktivierend der Mathematikunterricht ist. Erwartungskonform ist die individuelle Wahrnehmung der Tiefenstrukturen bedeutsamer. Wird der Mathematikunterricht individuell weniger störungsintensiv ($b = -0.07$) beziehungsweise stärker schülerorientiert ($b = 0.16$) wahrgenommen als im Lerngruppendurchschnitt, hängt dies unter Kontrolle der individuellen mathematischen Kompetenz und weiterer Hintergrundmerkmale mit einem höheren mathematischen Selbstkonzept zusammen. Die individuelle Einschätzung darüber, wie kognitiv aktivierend der Mathematikunterricht ist, hängt mit der Ausprägung des mathematischen Selbstkonzepts hingegen nicht zusammen.

In Modell 3 weisen weder die Häufigkeit mit der Lehrkräfte traditionelle oder stärker individualisierende beziehungsweise kooperative *Lern- und Organisationsformen* nutzen noch die Häufigkeit des Einsatzes von *Methoden der Binnendifferenzierung* im Mathematikunterricht bedeutsame Zusammenhänge mit dem mathematischen Interesse auf. Die in der Lerngruppe geteilte Wahrnehmung einer hohen Schülerorientierung hängt hingegen positiv mit dem Interesse zusammen ($b = 0.07$). Ähnlich wie für das mathematikbezogene Selbstkonzept sind auch für die Erklärung von Unterschieden im mathematischen Interesse die individuellen Einschätzungen der Unterrichtsqualität von größerer Bedeutung. Wie in Modell 2 hängt auch in Modell 3 der individuell als störungsärmer ($b = -0.06$) und gleichzeitig schülerorientierter ($b = 0.19$) eingeschätzte Mathematikunterricht mit einem höheren mathematischen Interesse zusammen. Inwieweit der Mathematikunterricht von den Jugendlichen kognitiv aktivierend wahrgenommen wird, hängt ebenfalls nicht mit dem mathematischen Interesse zusammen.

Für die Mathematikangst sind in Modell 4 wie für das mathematische Interesse ebenfalls keine bedeutsamen Effekte der Sichtstrukturen erkennbar. Die in der Lerngruppe geteilte Wahrnehmung einer gering ausgeprägten Schülerorientierung geht allerdings mit einer höheren Mathematikangst einher ($b = -0.09$). Darüber hinaus tragen weder die geteilte Wahrnehmung über das Störungsaufkommen noch über das Ausmaß an kognitiver Aktivierung bedeutsam zur Erklärung von Unterschieden in der Mathematikangst bei. Wie für die motivationalen Zielvariablen zeigen sich auch für die Mathematikangst bedeutsame Zusammenhänge auf der Individualebene. Ein im Vergleich zum Lerngruppendurchschnitt stärker gestörter ($b = 0.11$) und weniger unterstützend ($b = -0.20$) wahrgenommener Mathematikunterricht hängt mit einer höhe-

ren Mathematikangst zusammen. Auffällig ist zudem, dass Schülerinnen und Schüler, die ihren Mathematikunterricht kognitiv herausfordernder erleben als die Lerngruppe im Durchschnitt, eine höhere Mathematikangst berichten ($b = 0.10$).

Insgesamt zeigt sich, dass insbesondere bei den motivational-emotionalen Zielvariablen ein deutlicher Varianzanteil durch die Kontrolle der individuellen und mittleren mathematischen Kompetenz in der Lerngruppe erklärt wird, für die erwartungskonform gegensätzliche Zusammenhangsmuster auf der Individual- und Lerngruppenebene zu erkennen sind, was auf Referenzgruppeneffekte hinweist (*Big-Fish-Little-Pond-Effekt*; vgl. Goetz et al., 2004; Marsh & Hau, 2003). Das heißt, eine individuell höhere mathematische Kompetenz geht mit einem ausgeprägteren Selbstkonzept ($b = .63$) beziehungsweise Interesse ($b = .43$) und einer verringerten Mathematikangst ($b = -.54$) einher. Durch den Vergleich der eigenen Kompetenzen mit denen der Mitschülerinnen und Mitschüler zeigt sich auf der Lerngruppenebene hingegen das entgegengesetzte Bild. Das heißt, in leistungstärkeren Lerngruppen sind ein niedrigeres Selbstkonzept ($b = -.33$) und Interesse ($b = -.28$) beziehungsweise höhere Mathematikangst ($b = .26$) zu beobachten.

11.6 Zusammenfassung und Diskussion

In diesem Kapitel wurde beschrieben, wie Merkmale der Unterrichtsqualität im IQB-Bildungstrend 2018 in Deutschland insgesamt und in den Ländern sowie am Gymnasium und in nichtgymnasialen Schularten im Mathematikunterricht der 9. Jahrgangsstufe ausgeprägt sind. Für die Dimensionen *Klassenführung* (Störungen und Strukturiertheit) und *kognitive Aktivierung*, die bereits im IQB-Ländervergleich 2012 erfasst wurden, konnte zudem geprüft werden, ob sich diese in der geteilten Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler im Verlauf der vergangenen sechs Jahre verändert haben. Zusätzlich wurde untersucht, inwieweit Sichtstrukturen und Tiefenstrukturen mit Unterschieden in den mathematischen Kompetenzen sowie motivational-emotionalen Zielvariablen des Unterrichts zusammenhängen.

Die Ergebnisse zu den von den Lehrkräften berichteten Merkmalen der Sichtstrukturen weisen darauf hin, dass der Mathematikunterricht im Jahr 2018 überwiegend durch Klassenunterricht sowie Einzel- beziehungsweise Stillarbeit geprägt ist und manchmal durch Kleingruppenarbeit ergänzt wird. Eher individualisierende beziehungsweise kooperative *Lern- und Organisationsformen* (z. B. Wochenplanarbeit, Peer-Tutoring) sind hingegen insgesamt weniger verbreitet und werden tendenziell häufiger in den nichtgymnasialen Schularten eingesetzt als am Gymnasium. Die Ergebnisse entsprechen weitgehend den Befunden, die bereits im Rahmen früherer Studien zum deutschen Mathematikunterricht berichtet wurden (Klieme et al., 2001; Kunter & Voss, 2011). Demnach scheint sich die Schwerpunktsetzung in der Nutzung von *Lern- und Organisationsformen* in den letzten 15 Jahren nicht deutlich verändert zu haben. Erfreulich ist aber, dass die meisten *Methoden der Binnendifferenzierung* im Jahr 2018 im Mathematikunterricht weitgehend schulartunabhängig von etwa 50 bis 70 Prozent der Lehrkräfte manchmal oder häufig genutzt werden. Allerdings weisen Schulartunterschiede auch hier darauf hin, dass Lehrkräfte in nichtgymnasialen Schulen häufiger binnendifferenziert arbeiten als Lehrkräfte am Gymnasium. Dies dürfte zwar unter anderem darauf zurückzuführen sein, dass die Schülerschaft an nichtgymnasialen Schulen oft heterogener ist als an Gymnasien, allerdings ist auch an

Gymnasien eine erhebliche Leistungsheterogenität zu beobachten (vgl. Kapitel 5 und 6).

Wie die Basisdimensionen von Unterrichtsqualität ausgeprägt sind und welche Veränderungen seit dem IQB-Ländervergleich 2012 feststellbar sind, wurde im vorliegenden Kapitel anhand der von den Schülerinnen und Schülern in einer Lerngruppe geteilten Wahrnehmung der Tiefenstrukturen untersucht. Die Ergebnisse zeigen insgesamt, dass die Jugendlichen diese Aspekte recht hoch einschätzen. Bundesweit liegen die Werte für *Klassenführung* (Strukturiertheit), *konstruktive Unterstützung* (Fehlerkultur, Schülerorientierung) und *kognitive Aktivierung* im Jahr 2018 jeweils über dem theoretischen Mittel und für den Bereich Störungen, als zusätzlichem Indikator für die *Klassenführung*, darunter. Im Schulartvergleich zeigen sich allerdings deutliche Unterschiede in der Unterrichtskultur, die überwiegend auch in früheren Studien für den Mathematikunterricht beobachtet wurden (Gruehn, 2000; Klieme et al., 2001; Kunter & Voss, 2011). Auch im Jahr 2018 ist der Mathematikunterricht aus Sicht der Jugendlichen am Gymnasium durch eine positivere Fehlerkultur geprägt und wird als kognitiv aktivierender sowie störungsärmer eingeschätzt als an nichtgymnasialen Schularten. An nichtgymnasialen Schularten wird der Unterricht hingegen als schülerorientierter wahrgenommen als am Gymnasium. Diese Unterschiede dürften neben schulartbezogenen Schwerpunktsetzungen im Lehramtsstudium und der Lehrkräftefortbildung unter anderem mit unterschiedlichen Herausforderungen im Unterrichtsalltag zusammenhängen. So fallen Leistungsunterschiede innerhalb einer Lerngruppe oder der Anteil von Schülerinnen und Schülern, die einen besonderen Förderbedarf aufweisen (z. B. Teilleistungsschwäche, sonderpädagogischer Förderbedarf) in den nichtgymnasialen Schularten typischerweise höher aus als am Gymnasium, so dass die Schülerinnen und Schüler hier oftmals ein höheres Maß an individueller Unterstützung und Begleitung benötigen. Bereits in der TIMS-Studie wurde eine stärkere Sozialorientierung an Hauptschulen festgestellt (Klieme et al., 2001). Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, dass die schülerorientierte Unterrichtsgestaltung Lehrkräften nichtgymnasialer Schularten aus Sicht der Jugendlichen nach wie vor besser zu gelingen scheint als Lehrkräften am Gymnasium.

Keine Unterschiede zwischen Schularten sind im Jahr 2018 für die Strukturiertheit festzustellen. Dies ist insofern erfreulich, als der Mathematikunterricht im Jahr 2012 am Gymnasium noch signifikant strukturierter eingeschätzt wurde als in den nichtgymnasialen Schulen. Entsprechend ist für die letzten sechs Jahre ein differenziell positiver Trend in den nichtgymnasialen Schularten zu verzeichnen. Auch die Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler, wie kognitiv aktivierend ihr Mathematikunterricht ist, hat sich differenziell positiv zugunsten nichtgymnasialer Schularten entwickelt. Am Gymnasium ist dagegen keine Veränderung seit dem Jahr 2012 festzustellen. Zwar wird der Unterricht am Gymnasium auch im Jahr 2018 noch signifikant kognitiv aktivierender eingeschätzt als in den nichtgymnasialen Schularten, im Vergleich zum IQB-Ländervergleich 2012 hat sich der Schulartunterschied aber um etwa ein Drittel verringert. Zu beachten ist bei der Interpretation von Schulartunterschieden, dass sich die Wahrnehmungen des Unterrichts bei Jugendlichen und Lehrkräften zwischen Schularten und möglicherweise auch zwischen Ländern aufgrund unterschiedlicher Lernkontexte und zugrundeliegender Referenzrahmen unterscheiden kann. Dennoch sind die positiven Entwicklungen in den nichtgymnasialen Schulen erfreulich, weil sowohl bishe-

rige Studien als auch das vorliegende Kapitel auf bedeutsame Zusammenhänge zwischen der kognitiv herausfordernden Gestaltung des Mathematikunterrichts und den erreichten mathematischen Kompetenzen in der Sekundarstufe I hinweisen (Kunter, Baumert & Köller, 2007; Kunter & Voss, 2011). Zudem könnten die Ergebnisse ein Hinweis darauf sein, dass das Einüben von Prozeduren und Arbeitstechniken zugunsten kognitiv herausfordernder Lernprozesse in den nicht-gymnasialen Schularten in den Hintergrund tritt und dies längerfristig dazu beiträgt, das Kompetenzniveau in diesen Schularten zu steigern.

Inwieweit Sicht- und Tiefenstrukturen mit multikriterialen Zielsetzungen – also den erreichten mathematischen Kompetenzen sowie dem Selbstkonzept, dem Interesse und der Mathematikangst – zusammenhängen, wurde anhand der Ergebnisse der Mehrebenenanalysen deutlich. Während die häufige Nutzung *bindendifferenzierender Methoden* und traditioneller *Lern- und Organisationsformen* wie Klassenunterricht und Einzel- beziehungsweise Stillarbeit in keinem praktisch bedeutsamen Zusammenhang zu den betrachteten Zielvariablen stehen, gehen eher individualisierende und kooperative *Lern- und Organisationsformen* wie beispielsweise Peer-Tutoring oder Wochenplanarbeit, die insgesamt nur von sehr wenigen Lehrkräften genutzt werden (vgl. Tab. 11.1), mit signifikant höheren mathematischen Kompetenz einher. Diese *Lern- und Organisationsformen* erfordern teilweise ein höheres Maß an selbstgesteuertem Arbeiten von den Jugendlichen als stärker lehrerzentrierter Klassenunterricht oder Einzel- und Stillarbeitsphasen (traditionelle *Lern- und Organisationsformen*). Es ist anzunehmen, dass Lehrkräfte diese Lehr-Lernarrangements deshalb eher in leistungsstärkeren Lerngruppen einsetzen, die davon aufgrund eines erhöhten Anteils selbstgesteuerten Lernens und damit einhergehender positiver Autonomie- und Selbstwirksamkeitserfahrung auch stärker profitieren könnten als leistungsschwächere Jugendliche (vgl. Hattie, 2009; Ryan & Deci, 2002).

Im Vergleich zu den Sichtstrukturen wurden für die Tiefenstrukturen, die auch als Basisdimensionen eines qualitätsvollen Unterrichts bezeichnet werden, deutlichere Zusammenhänge mit den mathematischen Kompetenzen sowie motivational-emotionalen Merkmalen der Schülerinnen und Schüler auf der Lerngruppen- und Individualebene erkennbar. In die Analysen wurde neben der *kognitiven Aktivierung* je ein prototypischer Indikator für die Dimensionen *Klassenführung* (Störungen) und *konstruktive Unterstützung* (Schülerorientierung) einbezogen. Erwartungskonform hängen die motivational-emotionalen Zielvariablen primär mit individuellen Einschätzungen der wahrgenommenen Unterrichtsqualität zusammen, wohingegen Unterschiede in der mathematischen Kompetenz vor allem mit der kollektiven Einschätzung in der Lerngruppe zusammenhängen.

Entsprechend der theoretischen Annahmen, wonach kognitiv herausfordernde Aktivitäten im Unterricht zu einem tieferen Verständnis von Lerninhalten beitragen sollten (Lipowsky et al., 2009), sind positive Zusammenhänge mit den mathematischen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler auf der Lerngruppenebene zu beobachten. Wie in früheren Studien hängt die geteilte Wahrnehmung der *kognitiven Aktivierung* aber nicht mit den motivational-emotionalen Schülermerkmalen Selbstkonzept, Interesse und Mathematikangst zusammen (vgl. Kunter & Voss, 2011). Auch auf der individuellen Ebene der Schülerinnen und Schüler sind, teilweise abweichend von in PISA 2015 berichteten Befunden (Schiepe-Tiska et al., 2016), keine bedeutsamen Zusammenhänge zwischen einem kognitiv aktivierenden Mathematikunterricht und mathematischen Kompetenzen, Selbstkonzept und Interesse erkennbar. Allerdings ist ein positiver Zusammenhang zwischen *kognitiver Aktivierung* und Mathematikangst

auf der Individualebene zu verzeichnen, der darauf hinweisen könnte, dass ein individuell kognitiv besonders herausfordernd eingeschätzter Mathematikunterricht als überfordernd wahrgenommen wird und infolgedessen mit einem stärkeren Angsterleben einhergehen kann (Gruehn, 2000).

Bemerkenswert ist außerdem, dass alle untersuchten Merkmale mit der Schülerorientierung als Indikator für die *konstruktive Unterstützung* zusammenhängen. Somit stützen die Ergebnisse die theoretische Annahme, dass nicht nur kognitiv herausfordernde Aktivitäten dazu beitragen, ein vertieftes konzeptuelles Verständnis neuer Lerninhalte zu erwerben, sondern überdies auch eine konstruktive und wertschätzende Lehrer-Schülerbeziehung wichtig ist für die ausdauernde Auseinandersetzung mit mathematischen Problemstellungen und die Entwicklung positiver Kompetenzüberzeugungen (Klieme et al., 2009). Der vergleichsweise enge Zusammenhang zwischen der geteilten Einschätzung darüber, wie schülerorientiert und kognitiv aktivierend der Mathematikunterricht ausfällt ($r = .72$, vgl. Tab. 11.3web), stützt diese Annahme und weist darauf hin, dass Lehrkräfte, die aus Sicht der Jugendlichen schülerorientierter arbeiten auch kognitiv aktivierender unterrichten und umgekehrt.

Über die *konstruktive Unterstützung* hinaus hängt auch das individuell wahrgenommene Störungsaufkommen als Indikator für die *Klassenführung* signifikant mit Unterschieden in allen motivational-emotionalen Zielvariablen zusammen. Dabei geht ein Unterricht, der individuell als stärker gestört wahrgenommen wird, sowohl mit einem geringeren mathematischen Interesse und Selbstkonzept also auch mit erhöhter Mathematikangst einher. In PISA 2015 wurde zudem ein negativer Zusammenhang zwischen dem wahrgenommenen Störungsaufkommen und den mathematischen Kompetenzen auf der Lerngruppen- und Individual-ebene festgestellt (Schiepe-Tiska et al., 2016). Dieses Ergebnis konnte in der vorliegenden Untersuchung möglicherweise aufgrund unterschiedlicher Operationalisierungen dieses Indikators nicht gestützt werden.

Insgesamt weisen die vorliegenden Befunde somit darauf hin, dass der Kompetenzerwerb sowie das mathematikbezogene Selbstkonzept, das Interesse an der Auseinandersetzung mit mathematischen Problemen und die Mathematikangst primär mit den in der Lerngruppe sowie individuell wahrgenommenen Tiefenstrukturen des Unterrichts zusammenhängen. Mit den Sichtstrukturen hängen die Ausprägungen dieser zentralen Zielvariablen des Mathematikunterrichts hingegen kaum zusammen. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Entwicklung von Kompetenzen und motivational-emotionalen Merkmalen in der Regel Resultate mehrjähriger kumulativer Lernprozesse sind, während die Beurteilung von Merkmalen des Unterrichts eine Momentaufnahme des im laufenden Schuljahr erlebten Unterrichts abbildet. Ebenso kann anhand der Ergebnisse aufgrund des querschnittlichen Designs nicht beurteilt werden, in welcher kausalen Beziehung die betrachteten Merkmale untereinander stehen. So ist es sowohl möglich, dass der Unterricht unterschiedliche Lernziele im Mathematikunterricht beeinflusst, es ist aber beispielsweise ebenso plausibel, dass Jugendliche mit höheren mathematischen Kompetenzen, einem ausgeprägten Selbstkonzept und Interesse ihren Unterricht positiver einschätzen. Die Ergebnisse des vorliegenden Kapitels verweisen insgesamt erneut darauf, dass insbesondere die Tiefenstrukturen einen wichtigen Ansatzpunkt bieten, um positiv auf die Zielerreichung im Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I einzuwirken.

Literatur

- Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Dubberke, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Kunter, M., Löwen, K., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2009). *Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz (COACTIV). Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Baumert, J. & Köller, O. (2000). Unterrichtsgestaltung, verständisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS/III: Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn* (S. 271–315). Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47, 1–48.
- Baumert, J., Lehmann, R. H., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I., Köller, O. & Neubrand, J. (1997). *TIMSS: Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske + Budrich.
- Decristan, J., Kunter, M., Fauth, B., Büttner, G., Hardy, I. & Hertel, S. (2016). What role does instructional quality play for elementary school children's science competence? A focus on students at risk. *Journal for Educational Research Online*, 8, 66–89.
- Ganzeboom, H. B. G. (2010). *A new international socio-economic index [ISEI] of occupational status for the International Standard Classification of Occupation 2008 [ISCO-08] constructed with data from the ISSP 2002–2007; with an analysis of quality of educational measurement in ISSP*. Vortrag auf der Annual Conference of International Social Survey Programme, Lisbon.
- Ganzeboom, H. B. G., De Graaf, P. M., Treiman, D. J. & De Leeuw, J. (1992). A Standard International Socio-Economic Index of Occupational Status. *Social Science Research*, 21, 1–56.
- Gasser, P. (1999). *Neue Lernkultur. Eine integrative Didaktik*. Aarau: Sauerländer.
- Goetz, T., Pekrun, R., Zirngibl, A., Jullien, S., Kleine, M., vom Hofe, R. et al. (2004). Leistung und emotionales Erleben im Fach Mathematik. Längsschnittliche Mehrebenenanalysen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 18, 201–212.
- Graham, J. W. (2009). Missing data analysis: Making it work in the real world. *Annual Review of Psychology*, 60, 549–576.
- Gruehn, S. (2000). *Unterricht und schulisches Lernen. Schüler als Quellen der Unterrichtsbeschreibung*. Münster: Waxmann.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. New York, NY: Routledge.
- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule: Enzyklopädie der Psychologie* (S. 71–176). Göttingen: Hogrefe.
- Horst, P. (1941). The role of predictor variables which are independent of the criterion. *Social Science Research Council*, 48, 431–436.
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The Pythagoras Study. Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Hrsg.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom*. (S. 137–160). Münster: Waxmann.
- Klieme, E., Schümer, G. & Knoll, S. (2001). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I: Aufgabenkultur und Unterrichtsgestaltung. In Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), *TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente* (S. 43–57). München: Medienhaus Biering.
- KMK (2004) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 4.12.2003*. München: Luchterhand.
- KMK (2012) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012*.

- Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf.
- Köller, O. (2012). What works best in school? Hatties Befunde zu Effekten von Schul- und Unterrichtsvariablen auf Schulleistungen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 59, 72–78.
- Köller, O. & Baumert, J. (2002). Entwicklung schulischer Leistungen. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (S. 756–786). Weinheim: Beltz.
- Köller, O., Daniels, Z., Schnabel, K. U. & Baumert, J. (2000). Kurswahlen von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Zur Rolle von fachspezifischem Selbstkonzept und Interesse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14, 26–37.
- Kounin, J. S. (2006). *Techniken der Klassenführung. Standardwerke aus Psychologie und Pädagogik*. Münster: Waxmann.
- Kunter, M. & Baumert, J. (2006). Who is the expert? Construct and criteria validity of student and teacher ratings of instruction. *Learning Environments Research*, 9, 231–251.
- Kunter, M., Baumert, J. & Köller, O. (2007). Effective classroom management and the development of subject-related interest. *Learning and Instruction*, 17, 494–509.
- Kunter, M., Dubberke, T., Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Löwen, K., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2006). Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2004: Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres* (S. 161–194). Münster: Waxmann.
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T. & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105, 805–820.
- Kunter, M. & Trautwein, U. (2013). *Psychologie des Unterrichts*. Paderborn: Schöningh.
- Kunter, M. & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & J. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften – Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E. & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19, 527–537.
- Mang, J., Ustjanzew, N., Schiefele-Tiska, A., Prenzel, M., Sälzer, C., Müller, K. et al. (2018). *PISA 2012 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster: Waxmann.
- Marsh, H. W. & Hau, K.-T. (2003). Big-Fish-Little-Pond-Effect on academic self-concept: A cross-cultural (26-country) test of the negative effects of academically selective schools. *American Psychologist*, 58, 364–376.
- Marsh, H. W., Lüdtke, O., Nagengast, B., Trautwein, U., Morin, A. J. S., Abduljabbar, A. S. & Köller, O. (2012). Classroom climate and contextual effects: Conceptual and methodological issues in the evaluation of group-level effects. *Educational Psychologist*, 47, 106–124.
- Marsh, H. W. & O'Mara, A. (2008). Reciprocal effects between academic self-concept, self-esteem, achievement, and attainment over seven adolescent years: unidimensional and multidimensional perspectives of self-concept. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34, 542–552.
- Möller, J. & Schiefele, U. (2004). Motivationale Grundlagen der Lesekompetenz. In U. Schiefele, C. Artelt, W. Schneider & P. Stanat (Hrsg.), *Struktur, Entwicklung und Förderung von Lesekompetenz. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000* (S. 101–124). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Muthén, L. K. & Muthén, B. O. (1998–2017). *Mplus user's guide: Statistical analysis with latent variables* (8. Aufl.). Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Nagy, G. & Husemann, N. (2010). Berufliche Interessen vor und nach dem Übergang in die gymnasiale Oberstufe. Invarianz der Interessenstruktur und Profilunterschiede zwischen Gymnasialzweigen. In W. Bos, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *Schulische Lerngelegenheiten und Kompetenzentwicklung. Festschrift für Jürgen Baumert* (S. 59–84). Münster: Waxmann.
- Neumann, K., Kauertz, A. & Fischer, H. E. (2012). Quality of instruction in science education. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second international handbook of science education* (S. 247–258). Dordrecht: Springer Netherlands.

- Oser, F. K. & Baeriswyl, F. (2002). Choreographies of teaching: Bridging instruction to learning. In V. Richardson (Hrsg.), *Handbook of research on teaching* (4. Aufl., S. 1031–1065). Washington DC: American Educational Research Association.
- Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Hugener, I. & Lipowsky, F. (2008). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22, 127–133.
- Pauli, C. & Reusser, K. (2003). Unterrichtsskripts im schweizerischen und im deutschen Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 31, 238–272.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18, 315–341.
- Rakoczy, K. (2008). *Motivationsunterstützung im Mathematikunterricht. Unterricht aus der Perspektive von Lernenden und Beobachtern*. Münster: Waxmann.
- Ramm, G., Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., Neubrand, M., Pekrun, R., Rolff, H.-G., Rost, J. & Schiefele, U. (2006). *PISA 2003: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster: Waxmann.
- Rieser, S., Stahns, R., Hußmann, A. & Wendt, H. (2016). Einblicke in die Gestaltung des Mathematik- und Sachunterrichts. In H. Wendt, W. Bos, C. Selter, O. Köller, K. Schwippert & D. Kasper (Hrsg.), *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 205–224). Münster: Waxmann.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research* (S. 3–33). Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Schafer, J. L. & Graham, J. W. (2002). Missing data: Our view of the state of the art. *Psychological Methods*, 7, 147–177.
- Schiefele, U. (2017). Classroom management and mastery-oriented instruction as mediators of the effects of teacher motivation on student motivation. *Teaching and Teacher Education*, 64, 115–126.
- Schiefele, U. & Schaffner, E. (2015). Motivation. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 153–175). Heidelberg: Springer.
- Schiepe-Tiska, A., Heine, J.-H., Lüdtke, O., Seidel, T. & Prenzel, M. (2016). Mehrdimensionale Bildungsziele im Mathematikunterricht und ihr Zusammenhang mit den Basisdimensionen der Unterrichtsqualität. *Unterrichtswissenschaft*, 44, 211–225.
- Seidel, T. (2015). Klassenführung. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 107–119). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Seidel, T., Rimmel, R. & Prenzel, M. (2003). Gelegenheitsstrukturen beim Klassengespräch und ihre Bedeutung für die Lernmotivation. *Unterrichtswissenschaft*, 31, 142–165.
- Seidel, T. & Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis result. *Review of Educational Research*, 77, 454–499.
- Tarelli, I., Lankes, E.-M., Drossel, K. & Gegenfurtner, A. (2012). Lehr- und Lernbedingungen an Grundschulen im internationalen Vergleich. In W. Bos, I. Tarelli, A. Bremerich-Vos & K. Schwippert (Hrsg.), *IGLU 2011: Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 137–173). Münster: Waxmann.
- Trautwein, U., Lüdtke, O., Kastens, C. & Köller, O. (2006). Effort on homework in grades 5–9: Development, motivational antecedents, and the association with effort on classwork. *Child Development*, 77, 1094–1111.
- Wagner, W., Helmke, A. & Rösner, E. (2009). *Deutsch Englisch Schülerleistungen International. Dokumentation der Erhebungsinstrumente für Schülerinnen und Schüler, Eltern und Lehrkräfte* (Bd. 25/1). Frankfurt a.M.: DIPF.
- Weinert, F. E. (1997). *Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich D, Praxisgebiete, Serie I, Pädagogische Psychologie, Band 3*. Göttingen: Hogrefe.
- Wilhelm, O., Schroeders, U. & Schipolowski, S. (2014). *Berliner Test zur Erfassung fluider und kristalliner Intelligenz für die 8. bis 10. Jahrgangsstufe (BEFKI 8–10)*. Göttingen: Hogrefe.
- Wischer, B. (2007). Wie sollen LehrerInnen mit Heterogenität umgehen? Über „programmatische Fallen“ im aktuellen Reformdiskurs. *Die deutsche Schule*, 99, 422–433.

Kapitel 12

Aspekte der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern

Dirk Richter, Benjamin Becker, Lars Hoffmann, Johanna Busse und Petra Stanat

12.1 Einleitung

In den vergangenen Jahren hat die Forschung immer wieder darauf hingewiesen, dass Lehrkräfte einen maßgeblichen Einfluss darauf haben, wie erfolgreich Schülerinnen und Schüler lernen. Einen viel zitierten Beleg hierfür lieferte die Metaanalyse von John Hattie (2009), die zeigen konnte, dass Lehrkräfte einen größeren Einfluss auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler haben, als beispielsweise die Schule. Welche Merkmale von Lehrkräften sich dabei auf die Qualität des Unterrichts und den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler niederschlagen, wurde in den letzten zwei Jahrzehnten intensiver untersucht. Dabei zeigte sich, dass nicht etwa Aspekte der Lehrerpersönlichkeit entscheidend für das Lernen der Schülerinnen und Schüler sind, sondern die professionelle Kompetenz von Lehrpersonen (Kunter et al., 2011). Insbesondere Arbeiten des Forschungsprojektes COACTIV¹ konnten einen positiven Zusammenhang zwischen professionellen Kompetenzen von Mathematiklehrkräften (z. B. ihrem fachdidaktischen Wissen) und der Qualität ihres Unterrichts beziehungsweise dem Lernerfolg ihrer Schülerinnen und Schüler feststellen (Baumert et al., 2010). Die Grundlage für die Entwicklung professioneller Kompetenz bilden zunächst das Lehramtsstudium und der Vorbereitungsdienst. Es wird davon ausgegangen, dass angehende Lehrkräfte in diesen beiden Phasen das grundlegende fachliche, fachdidaktische und bildungswissenschaftliche Wissen erwerben, um gelingende Lehr- und Lernprozesse zu gestalten (KMK, 2014, 2018a). Darüber hinaus entwickeln Lehrkräfte im Rahmen der beruflichen Fort- und Weiterbildung ihre professionelle Kompetenz eigenständig weiter (Lipowsky, 2014).

Neben grundständig qualifizierten Lehrkräften nehmen aufgrund des in einigen Ländern bestehenden Lehrkräftemangels aktuell immer mehr Personen ohne Lehramtsstudium die Tätigkeit im Schuldienst auf (KMK, 2019). Diese sogenannten Quer- und Seiteneinsteigenden werden vor allem in den Grundschulen (Klemm & Zorn, 2018), aber auch in den weiterführenden Schulen eingesetzt (KMK, 2018b). Damit treten in zunehmendem Maße Personen in den Lehrerberuf ein, die zwar in der Regel über relevante fachbezogene Qualifikationen verfügen, jedoch kein pädagogisches Studium durchlaufen haben. Entsprechend ist zu vermuten, dass das pädagogische Wissen von Quer- und Seiteneinsteigenden geringer ist als das regulär qualifizierter Lehrkräfte (erste Befunde in Kleickmann & Anders, 2011) und sich in der Art und Weise der Unterrichtsgestaltung niederschlagen sollte. Vor dem Hintergrund der Bedeutung, die professioneller

1 Das Akronym COACTIV steht für *Cognitive Activation in the Classroom* und bezeichnet eine Studie des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung zur Untersuchung eines kognitiv aktivierenden Unterrichts.

Kompetenz von Lehrkräften zukommt, und der personellen Veränderungen, die aktuell in vielen Ländern in der Bundesrepublik Deutschland stattfinden, sollen in diesem Kapitel zentrale Merkmale der Lehrerinnen und Lehrer beschrieben werden, die in den am IQB-Bildungstrend 2018 teilnehmenden Klassen unterrichten.

Ausgewählte professionsbezogene Merkmale von Lehrkräften wurden – mit Ausnahme des ersten IQB-Ländervergleichs im Jahr 2009 – in allen bisherigen Studien des IQB zum nationalen Bildungsmonitoring untersucht. Damit wurden aussagekräftige Daten über die Lehrerschaft in allen Ländern in der Bundesrepublik Deutschland generiert und Unterschiede auf Länderebene bestimmt. Im Fokus der bisher veröffentlichten Berichte standen demografische Merkmale der Lehrkräfte, Angaben zur Lehrbefähigung für das Fach, der Zugang zum Lehramt (reguläres Studium vs. Quer- und Seiteneinstieg) sowie Informationen zu beruflichen Lerngelegenheiten. Insbesondere bei der Lehrbefähigung im Fach und beim Lehramtszugang handelt es sich um Indikatoren, die mit dem professionellen Wissen von Lehrkräften assoziiert sind (Kleickmann & Anders, 2011; Krauss, Baumert & Blum, 2008). Im IQB-Bildungstrend 2018 werden die Analysen mit den gleichen Schwerpunkten fortgeschrieben, um Trends in den Ländern zu dokumentieren. Ferner werden Zusammenhänge mit Erträgen schulischen Lernens untersucht.

In diesem Kapitel wird zunächst der Forschungsstand zur Qualifikation von Lehrkräften, insbesondere zum fachfremden Unterricht und dem Quer- und Seiteneinstieg, sowie zur Fortbildungsnutzung beschrieben. Danach folgen die Beschreibung der Stichprobe sowie die Darstellung der Ergebnisse zu den inhaltlichen Teilbereichen. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung und Diskussion aller berichteten Befunde.

12.2 Forschungsstand zu der Qualifikation von Lehrkräften und zu Zusammenhängen mit dem Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern

Die Tätigkeit als Lehrkraft setzt in der Regel ein abgeschlossenes Lehramtsstudium in mindestens zwei Fächern sowie das erfolgreiche Absolvieren des Vorbereitungsdienstes voraus (KMK, 2012, 2013, 2018c, 2018d). Nach Erfüllung dieser beiden Voraussetzungen wird angehenden Lehrkräften eine Lehrbefähigung erteilt, die sie dazu berechtigt, in bestimmten Schulstufen und in bestimmten Fächern zu unterrichten. Da jedoch nicht alle Lehrkräfte ein reguläres Lehramtsstudium durchlaufen haben, stellt sich die Frage, wie hoch der Anteil derjenigen Lehrerinnen und Lehrer ist, die über andere Zugangswege den Beruf ergreifen. Relevant ist ferner die Frage, ob der Lehrkräfteeinsatz entsprechend den Fächern erfolgt, die an der Hochschule studiert wurden. In diesem Kapitel werden daher zum einen sogenannte Quer- und Seiteneinsteigende und zum anderen fachfremd unterrichtende Lehrkräfte in den Blick genommen. Im Folgenden berichten wir zunächst den Forschungsstand zum Quer- und Seiteneinstieg und gehen anschließend auf Befunde zum fachfremden Unterricht ein.

12.2.1 Quer- und Seiteneinstieg

Allgemein handelt es sich bei Quer- und Seiteneinsteigenden um Personen, die ohne ein abgeschlossenes Lehramtsstudium als Lehrkraft tätig sind (Weber, Gehrman & Puderbach, 2016). Die beiden Gruppen unterscheiden sich jedoch darin, dass Quereinsteigende in der Regel nach einem regulären Fachstudium den lehramtsbezogenen Vorbereitungsdienst durchlaufen, wohingegen Seiteneinsteigende nach einem regulären Fachstudium direkt mit der beruflichen Tätigkeit beginnen und hierbei mit einem vollen Unterrichtsdeputat (in der Regel entlastet um wenige Stunden für berufsbegleitende Qualifizierungen) eingesetzt werden (KMK, 2019). Trotz dieser durch die Kultusministerkonferenz (KMK) vorgeschlagenen Begriffsdefinitionen unterscheidet sich die Verwendung der Bezeichnungen zwischen den Ländern. In der vorliegenden Arbeit verwenden wir deshalb allgemein den Begriff Quereinstieg und beziehen damit beide Gruppen ein. Dies entspricht dem Vorgehen bisheriger Analysen des IQB zu diesem Thema (z.B. Hoffmann & Richter, 2016) und gewährleistet somit die begriffliche Konsistenz in der Berichterlegung.

Die Zahl aller Quereinsteigenden im deutschen Bildungssystem lässt sich aktuell nicht genau beziffern, da in der offiziellen Statistik der KMK nur neu eingestellte Personen ausgewiesen werden (KMK, 2019). Die aktuellste Auswertung der KMK zur Einstellung von Lehrkräften zeigt, dass im Jahr 2018 insgesamt 4800 Quereinsteigende² in den öffentlichen Schuldienst eingetreten sind, was circa 13 Prozent aller Neueinstellungen entspricht. Beim Vergleich der Länder wird deutlich, dass diese Gruppe insbesondere in Berlin und Sachsen einen großen Anteil der Neueinstellungen ausmacht. Darüber hinaus zeigt sich, dass Quereinsteigende vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern, aber auch in den Fächern Deutsch, Sport und den Fremdsprachen eingesetzt werden (KMK, 2019).

Angesichts der insgesamt recht eingeschränkten Informationen zum Anteil von Quereinsteigenden können länderübergreifende Studien wie der IQB-Bildungstrend dazu beitragen, genauere Angaben über die Qualifikation von Lehrkräften in den Ländern bereitzustellen. Erste deskriptive Ergebnisse zum Einsatz von Quereinsteigenden lieferte der IQB-Bildungstrend 2015 (Hoffmann & Richter, 2016). Diese Ergebnisse zeigten, dass im Erhebungsjahr 2015 der Anteil an Quereinsteigenden in den getesteten Fächern (Deutsch, Englisch) zwischen den Ländern deutlich variierte. Besonders hoch waren die Werte in den ostdeutschen Flächenländern. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass der in den letzten Jahren recht hohe Anteil aus dem Schuldienst ausscheidender Lehrkräfte in diesen Ländern verstärkt auch durch Quereinsteigende ersetzt wurde.

Die insgesamt recht junge Forschung zum beruflichen Quereinstieg ins Lehramt liefert bislang nur wenige Erkenntnisse dazu, was Quereinsteigende auszeichnet. Studien zum professionsbezogenen Wissen weisen darauf hin, dass Quereinsteigende im Vorbereitungsdienst ein etwas geringeres pädagogisches Wissen aufweisen als regulär ausgebildete Lehramtsstudierende (Kleickmann & Anders, 2011; Kunina-Habenicht et al., 2013; Oettinghaus, Lamprecht & Korneck, 2014). Für das fachliche und fachdidaktische Wissen ist die Befundlage uneinheitlich. Einige Analysen weisen darauf hin, dass Quereinsteigende über

2 In der KMK-Publikation wird für diese Gruppe der Begriff Seiteneinsteiger verwendet, wobei auch hier keine Differenzierung nach verschiedenen Zugangswegen vorgenommen wird.

ähnlich ausgeprägtes fachliches und fachdidaktisches Wissen verfügen wie regulär ausgebildete Lehrkräfte (Kleickmann & Anders, 2011), während andere Studien geringeres fachdidaktisches Wissen bei Quereinsteigenden feststellten, falls das studierte Fach nicht dem Unterrichtsfach entsprach (Oettinghaus et al., 2014).

Neben Analysen zur professionellen Kompetenz von Lehrkräften beschäftigt sich ein anderer Teil der Forschung mit der Frage, ob Quereinsteigende verstärkt in bestimmten Schularten beziehungsweise in Schulen mit einer bestimmten Schülerschaft eingesetzt werden. Erste Befunde einer Untersuchung an Berliner Schulen konnten zeigen, dass Quereinsteigende hier vor allem an Grundschulen unterrichten (Helbig & Nikolai, 2019). Innerhalb dieser Schulart sind Quereinsteigende zudem nicht gleichmäßig auf die Schulen verteilt, sondern unterrichten vor allem an Schulen, die erhöhte Anteile von Schülerinnen und Schülern mit Lernmittelbefreiung und Zuwanderungshintergrund aufweisen (Helbig & Nikolai, 2019; Richter, Marx & Zorn, 2018). In Berlin sind Quereinsteigende also vor allem an solchen Schulen zu finden, an denen Schülerinnen und Schüler über ungünstigere Lernvoraussetzungen verfügen. Untersuchungen zur Verteilung von Quereinsteigenden in anderen Ländern liegen aktuell noch nicht vor.

Studien zum Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Quereinsteigenden und dem Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern liegen für Deutschland ebenfalls kaum vor. Eine Ausnahme bilden Analysen, die im Rahmen des IQB-Bildungstrends 2015 durchgeführt wurden (Hoffmann & Richter, 2016). Hier erreichten die Schülerinnen und Schüler von Quereinsteigenden im Lese- und Hörverstehen im Fach Englisch signifikant schwächere Ergebnisse, wenn die Klassenzusammensetzung statistisch kontrolliert wurde. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass Jugendliche in Klassen mit vergleichbarer Schülerschaft geringere Leistungen im Fach Englisch erreichen, wenn sie von einer Lehrkraft mit Quereinstieg unterrichtet werden. Allerdings ist dieser Effekt eher klein. Für Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächer stehen solche Analysen noch aus.

12.2.2 Fachfremdes Unterrichten

Lehrkräfte in weiterführenden Schulen werden in der Regel in den Unterrichtsfächern eingesetzt, für die sie eine Lehrbefähigung erworben haben. Allerdings kommt es ebenfalls vor, dass Lehrkräfte zum Beispiel aufgrund eines Fachlehrkräftemangels auch Fächer unterrichten, für die sie keine Lehrbefähigung besitzen. Da anzunehmen ist, dass fachfremd unterrichtende Lehrkräfte über ein geringeres fachliches und fachdidaktisches Wissen im jeweiligen Unterrichtsfach verfügen (Krauss et al., 2008; Krauss et al., 2011), sollte fachfremder Unterricht mit einer geringeren Unterrichtsqualität und somit einem geringeren Lernerfolg einhergehen. Vor diesem Hintergrund ist die Bildungsforschung in Deutschland in den vergangenen Jahren vermehrt der Frage nachgegangen, in welchem Umfang fachfremd unterrichtet wird und inwieweit der Unterricht bei fachfremden Lehrkräften mit Nachteilen im Lernertrag einhergeht (Porsch, 2016). Zur Identifikation fachfremd unterrichtender Lehrkräfte wird dabei in der Regel die fachbezogene Lehrbefähigung herangezogen.

Die bisherigen Studien des IQB haben gezeigt, dass der Anteil fachfremd unterrichtender Lehrkräfte systematisch zwischen Schularten, aber auch zwischen Fächern variiert. In der im Rahmen des IQB-Ländervergleichs 2012 durchge-

fürten Lehrkräftebefragung lag der Anteil fachfremd unterrichtender Lehrkräfte in Mathematik sowie in den drei naturwissenschaftlichen Fächern je nach Land zwischen 2 und 36 Prozent (Richter, Kuhl, Haag & Pant, 2013). Bei einer schulartspezifischen Auswertung zeigte sich darüber hinaus, dass fachfremder Unterricht insbesondere an nichtgymnasialen Schularten erteilt wird. Somit findet vor allem an solchen Schulen fachfremder Unterricht statt, in denen Schülerinnen und Schüler mit – im Vergleich zum Gymnasium – schwächeren Lernvoraussetzungen lernen.

Neben der Verteilung des fachfremden Unterrichts gingen die bisher durchgeführten IQB-Studien auch der Frage nach, ob Zusammenhänge zwischen der fachlichen Qualifikation der Lehrkraft und den Lernergebnissen bestehen. Im IQB-Ländervergleich 2012 zeigte sich, dass Klassen von fachfremd unterrichteten Lehrkräften an nichtgymnasialen Schularten geringere Kompetenzen in Mathematik, Biologie und Physik erzielten als Klassen mit Fachlehrkräften an der gleichen Schulart (Richter et al., 2013). An Gymnasien fand sich dieser Effekt hingegen nicht. Einschränkend muss darauf hingewiesen werden, dass diese Leistungsunterschiede einerseits die Ergebnisse von Unterrichtsprozessen, andererseits aber auch die Zuweisung von Lehrkräften zu Klassen mit geringerem Leistungsniveau widerspiegeln können. Um dies genauer zu bestimmen, bedarf es weiterer Studien, welche die Lernzuwächse in Klassen mit und ohne fachlich ausgebildete Lehrkräfte anhand von längsschnittlichen Daten untersuchen.

12.3 Forschungsstand zur beruflichen Fortbildung von Lehrkräften

Die regelmäßige Weiterentwicklung der eigenen beruflichen Kompetenzen gehört zu den Kernaufgaben von Lehrkräften (KMK, 2000). Hierfür können sie Fortbildungen in Anspruch nehmen, aber auch viele andere Lerngelegenheiten nutzen (z.B. Lesen von Fachliteratur, Arbeit in professionellen Lerngemeinschaften). In welchem Umfang die Nutzung beruflicher Lerngelegenheiten für Lehrkräfte verpflichtend ist, regeln die einzelnen Länder in ihren Rechtsvorschriften. Zwar sind Lehrkräfte in allen Ländern dazu verpflichtet, sich auch im Beruf fortzubilden (DVLfB, 2018), aber nur in sehr wenigen Ländern wird die generelle Pflicht zum beruflichen Lernen mit konkreten Vorgaben unterlegt. In Bremen und Hamburg sind Lehrkräfte verpflichtet, pro Jahr Fortbildungen im Umfang von jeweils 30 Stunden zu absolvieren, in Bayern hingegen besteht lediglich die Pflicht, innerhalb von 4 Jahren 12 Fortbildungstage nachzuweisen. In den übrigen Ländern können Lehrkräfte weitgehend frei entscheiden, in welchem Umfang sie Fortbildungsangebote nutzen.

Da Fortbildungen als wichtige Lerngelegenheit für die Weiterentwicklung des professionellen Wissens gelten, wird die Nutzung von Fortbildungsangeboten auch regelmäßig im Rahmen der Ländervergleichs- und Bildungstrendstudien des IQB untersucht. Neben der Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen wurde dabei auch der Bedarf nach weiteren Fortbildungsangeboten dargestellt. Die Ergebnisse zeigten konsistent für alle Schularten, dass etwa 80 Prozent der Lehrkräfte berichteten, innerhalb von zwei Jahren an mindestens einer Fortbildung teilgenommen zu haben (Richter, 2016). Diese Quote variierte leicht zwischen den Ländern, wobei für die ostdeutschen Flächenländer insgesamt etwas höhere Werte festgestellt wurden. Im IQB-Ländervergleich 2012 besuchten etwa 29 Prozent der Lehrkräfte ein bis zwei Veranstaltungen innerhalb von zwei

Jahren, während 25 Prozent sogar an fünf und mehr Veranstaltungen in diesem Zeitraum teilnahmen.

Die Teilnahmequoten und die Häufigkeiten der besuchten Veranstaltungen wurden in den Berichten des IQB durch Analysen zu den Inhalten der besuchten Veranstaltungen ergänzt. Über die verschiedenen Befragungen hinweg zeigte sich, dass Lehrkräfte vor allem fachliche und fachdidaktische Fortbildungen besuchten (Hoffmann & Richter, 2016; Richter, Kuhl, Reimers & Pant, 2012; Richter et al., 2013). Ebenfalls häufig nahmen sie an Veranstaltungen zu Unterrichtsformen und -methoden sowie zur Nutzung von Medien im Unterricht teil. Fortbildungsangebote zu anderen, eher spezifischen Themen, wie beispielsweise Ganztag, Leseförderung und Gewaltprävention, wurden hingegen nur von einer sehr kleinen Gruppe von Lehrkräften genutzt. Schulartenspezifische Analysen zum Fortbildungsverhalten zeigten zudem, dass Lehrkräfte an Gymnasien verstärkt fachliche und fachdidaktische Veranstaltungen besuchten, während Lehrkräfte anderer Schularten häufiger pädagogisch-psychologische Themen wählten (Hoffmann & Richter, 2016; Richter et al., 2012).

Auf die in den IQB-Studien ebenfalls gestellte Frage, in welchen Bereichen die teilnehmenden Lehrkräfte für sich selbst einen Fortbildungsbedarf sehen, wurde sowohl in den Grundschulen als auch in den weiterführenden Schulen ein erhöhter Bedarf zu den Themenbereichen Inklusion, Umgang mit lernschwachen Schülerinnen und Schülern sowie Binnendifferenzierung berichtet (Hoffmann & Richter, 2016; Richter et al., 2012). Aus dem IQB-Bildungstrend 2015 liegen darüber hinaus erste Befunde zu differenziellen Fortbildungsbedarfen für verschiedene Teilgruppen von Lehrkräften vor (Hoffmann & Richter, 2016). Hierbei berichten Quereinsteigende im Vergleich zu regulär ausgebildeten Lehrkräften beispielsweise einen substanziell höheren Fortbildungsbedarf im Einsatz von Medien im Unterricht. Vergleichende Analysen für Lehrkräfte im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern liegen bislang nicht vor.

12.4 Datengrundlage

Die in diesem Kapitel dargestellten Analysen basieren auf einer schriftlichen Befragung derjenigen Lehrkräfte, deren Klassen oder Lerngruppen am IQB-Bildungstrend 2018 teilnahmen. Im Fokus stehen hierbei die Lehrkräfte, die an allgemeinen Schulen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie, Physik und dem Fächerverbund Naturwissenschaften³ unterrichten. Lehrkräfte an Förderschulen bleiben – wie auch in früheren Studien des IQB – bei dieser Auswertung unberücksichtigt. Im Folgenden werden die Geschlechter- und Altersverteilungen der Lehrkräftestichproben im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern ausgewertet. Anschließend folgen Analysen zur Verteilung von Quereinsteigenden und fachfremdem Unterricht. Abschließend gehen wir auf die Fortbildungsaktivitäten der Lehrkräfte und ihren Fortbildungsbedarf ein. Die Ergebnistabellen in diesem Kapitel dienen primär der Beschreibung der Lehrkräftestichproben in den einzelnen Ländern. Wir verzichten dabei weitgehend auf statistische Signifikanztests, da die

3 Mit „Unterricht im Fächerverbund Naturwissenschaften“ ist fächerintegrierter Unterricht gemeint, der in den Ländern zum Teil unter verschiedenen Bezeichnungen erteilt wird (z. B. „Materie-Natur-Technik“, „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ usw.).

Lehrkräftestichprobe aus den zufällig ausgewählten Klassen und Lerngruppen jedoch nicht aus der Gruppe aller Lehrkräfte ausgewählt wurde.⁴

12.4.1 Lehrkräfte im Fach Mathematik

Im Fach Mathematik wurden im IQB-Bildungstrend 2018 insgesamt 2004 Lehrkräfte an allgemeinen Schulen befragt. Davon unterrichteten 30 Prozent an Gymnasien und 70 Prozent an nichtgymnasialen Schularten. Über alle Länder hinweg sind gut 56 Prozent der befragten Lehrkräfte Frauen (Tab. 12.1). Dieser Wert variiert jedoch zwischen den Ländern und fällt im Durchschnitt in den ostdeutschen Flächenländern höher (70%) und in den westdeutschen Ländern etwas niedriger aus (50%). Dieser Unterschied war bereits im IQB-Ländervergleich 2012 festzustellen und bestätigt sich mit aktuellen Daten aus dem Jahr 2018 erneut.

Tabelle 12.1: Demografische Angaben zu den Mathematiklehrkräften der am IQB-Bildungstrend 2018 teilnehmenden Klassen nach Land

Land	2012				2018									
	Weiblich		Alter in Jahren		Weiblich		Alter in Jahren		in %					
	N	in %	M	SD	N	in %	M	SD	20–29 Jahre	30–39 Jahre	40–49 Jahre	50–59 Jahre	ab 60 Jahre	
Baden-Württemberg	54	27.8	45.7	12.2	138	53.6	41.5	11.9	15.2	37.7	21.0	12.3	13.8	
Bayern	101	39.0	41.4	10.8	107	52.3	41.9	10.7	17.0	25.5	32.1	16.0	9.4	
Berlin	135	51.1	50.1	10.2	197	50.8	44.9	11.5	7.6	31.2	20.0	28.8	12.4	
Brandenburg	113	72.5	51.3	6.5	134	62.7	51.1	9.9	3.8	14.4	12.9	46.2	22.7	
Bremen	77	38.8	47.6	11.8	85	47.4	42.8	11.0	7.9	36.8	25.0	21.1	9.2	
Hessen	133	46.1	46.3	12.2	153	43.9	42.9	11.5	13.5	30.8	27.8	15.8	12.0	
Mecklenburg-Vorpommern	111	76.4	50.1	7.1	139	72.1	51.4	9.8	3.9	13.2	14.7	42.6	25.6	
Niedersachsen	78	54.1	46.1	12.6	116	52.2	43.5	11.1	9.6	31.6	28.1	18.4	12.3	
Nordrhein-Westfalen	143	44.7	47.7	10.9	166	57.6	44.6	11.5	6.7	33.3	27.3	18.2	14.5	
Rheinland-Pfalz	108	43.8	45.1	12.5	123	43.1	43.9	11.3	10.0	30.0	27.3	20.9	11.8	
Saarland	78	33.3	45.9	12.0	152	50.4	41.6	11.9	14.2	40.2	21.3	11.0	13.4	
Sachsen-Anhalt	89	81.6	52.4	7.8	116	71.4	52.2	9.5	6.4	5.5	14.7	48.6	24.8	
Thüringen	103	80.6	52.4	5.7	130	78.3	51.9	10.5	3.1	14.2	14.2	37.8	30.7	
Hamburg	80	45.6	44.6	12.3	87	48.8	42.6	11.1	7.1	42.4	23.5	17.6	9.4	
Sachsen	64	73.4	50.5	5.9	76	61.8	51.2	9.5	2.7	13.3	13.3	52.0	18.7	
Schleswig-Holstein	98	45.6	46.1	10.7	85	50.6	46.4	11.6	7.1	24.7	25.9	24.7	17.6	
Deutschland	1 565	54.4	47.9	10.7	2 004	56.3	45.8	11.6	8.6	26.7	21.7	26.6	16.3	

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Summe der Prozente der Altersangaben pro Land minimal von 100 abweichen. *N* = Anzahl der Lehrkräfte mit gültigen Angaben; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung. Für die Länder Hamburg, Sachsen und Schleswig-Holstein stehen die Befunde aufgrund eines erhöhten Anteils fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

4 Dies dürfte die Aussagekraft der Ergebnisse jedoch kaum beeinträchtigen, da eine gravierende Stichprobenverzerrung unwahrscheinlich ist und die Teilnahmequote an der Lehrkräftebefragung sehr zufriedenstellend war (vgl. Kapitel 3.1).

Das mittlere Alter der Mathematiklehrkräfte im IQB-Bildungstrend 2018 liegt über alle Länder hinweg bei 46 Jahren (Tab. 12.1). Die im Durchschnitt älteste Gruppe findet sich in den ostdeutschen Flächenländern, in denen die Lehrkräfte im Mittel 52 Jahre alt sind. Wie hoch der Anteil älterer Lehrkräfte in diesen Ländern ausfällt, wird auch anhand der Häufigkeitsverteilung deutlich: In den ostdeutschen Flächenländern war in etwa jede vierte Lehrkraft zum Zeitpunkt der Befragung 60 Jahre alt und älter. Am jüngsten sind die Lehrerkollegien hingegen in Baden-Württemberg, Bayern und dem Saarland. Hier liegt das Durchschnittsalter bei etwa 42 Jahren und der Anteil sehr junger Lehrkräfte (bis 29 Jahre) ist insbesondere in Baden-Württemberg und Bayern sehr hoch.

Im Vergleich der Jahre 2012 und 2018 fällt auf, dass sich das Durchschnittsalter in einzelnen Ländern zum Teil deutlich verringert hat. Vor allem in den Ländern Baden-Württemberg, Berlin und Bremen ging das Durchschnittsalter um etwa 5 Jahre zurück. Insbesondere in den ostdeutschen Flächenländern, in denen das Durchschnittsalter im IQB-Ländervergleich 2012 besonders hoch war, veränderte es sich hingegen kaum.

12.4.2 Lehrkräfte in den naturwissenschaftlichen Fächern

In den naturwissenschaftlichen Fächern wurden an allgemeinen Schulen insgesamt 3445 Lehrkräfte befragt, die sich in etwa zu gleichen Teilen auf die einzelnen Fächer Biologie, Chemie und Physik verteilen. Im fächerintegrierten Unterrichtsfach Naturwissenschaft wurden bundesweit 266 Lehrkräfte befragt. Innerhalb der Gesamtgruppe der befragten Lehrkräfte in allen naturwissenschaftlichen Fächern unterrichten 39 Prozent am Gymnasium und 61 Prozent an den nichtgymnasialen Schularten. Die demografischen Angaben werden in Tabelle 12.2 pro Land gebündelt für alle naturwissenschaftlichen Fächer ausgewiesen, da für die einzelnen Fächer die Fallzahlen auf Länderebene teilweise zu gering sind, um zuverlässige Ergebnisse zu berichten.

Für die Geschlechterverteilung zeigt sich analog zu den Mathematiklehrkräften, dass etwa 57 Prozent der Lehrkräfte in den naturwissenschaftlichen Fächern Frauen sind. Auch in dieser Fächergruppe bestehen deutliche Länderunterschiede, wobei die Frauenanteile in den ostdeutschen Flächenländern (69%) höher ausfallen als in den westdeutschen Ländern (51%). Die Altersverteilung der befragten Naturwissenschaftslehrkräfte deutet auf ein ähnliches Muster wie bei den Mathematiklehrkräften hin. Im Durchschnitt sind die Lehrerinnen und Lehrer in den naturwissenschaftlichen Fächern 46 Jahre alt. Auch hier lässt sich feststellen, dass die Lehrkräfte in den ostdeutschen Flächenländern mit etwa 51 Jahren im Durchschnitt am ältesten sind. Besonders auffällig ist, dass in Thüringen und Sachsen-Anhalt etwa jede vierte beziehungsweise jede fünfte befragte Lehrkraft 60 Jahre und älter ist. Die im Durchschnitt jüngsten Lehrerinnen und Lehrer in den naturwissenschaftlichen Fächern unterrichten – wie auch im Fach Mathematik – in den Ländern Baden-Württemberg und Bayern. Dort sind die Lehrkräfte dieser Fächer im Durchschnitt 42 beziehungsweise 41 Jahre alt. Ein Vergleich der Ergebnisse zum Jahr 2012 weist für die meisten Länder auf eine Verringerung des Durchschnittsalters hin. Besonders deutlich hat sich das Durchschnittsalter der Lehrkräfte in den naturwissenschaftlichen Fächern in Berlin und Hamburg mit 5 beziehungsweise knapp 4 Jahren verringert. In mehreren ostdeutschen Flächenländern reduzierte sich das Durchschnittsalter hingegen kaum beziehungsweise stieg in Sachsen und Sachsen-Anhalt sogar leicht an.

Tabelle 12.2: Demografische Angaben zu den Naturwissenschaftslehrkräften der am IQB-Bildungstrend 2018 teilnehmenden Klassen

Land	2012				2018													
	Weiblich		Alter in Jahren		Alle	Biologie	Chemie	Physik	Nawi	Weiblich	Alter in Jahren				in %			
	N	in %	M	SD							N	N	N	N	M	SD	20–29 Jahre	30–39 Jahre
Baden-Württemberg	125	48.0	43.9	11.7	239	28	31	31	154	54.0	42.3	11.3	11.6	34.9	27.6	13.4	12.5	
Berlin	278	57.4	50.4	9.9	349	128	128	129	9	52.8	45.1	11.5	7.7	32.6	17.4	29.4	12.9	
Brandenburg	212	69.5	50.5	7.4	255	83	98	111	8	64.0	49.6	10.6	4.4	21.2	13.2	42.8	18.4	
Hessen	251	49.0	45.5	11.1	272	101	117	80	6	55.2	43.1	10.8	9.1	34.7	28.9	17.8	9.5	
Mecklenburg-Vorpommern	224	75.8	49.9	6.6	267	98	108	103	5	71.4	50.1	11.0	6.2	15.6	18.4	40.6	19.1	
Niedersachsen	130	50.0	46.4	11.0	184	69	62	65	16	47.8	43.5	10.8	10.1	30.3	28.1	22.5	9.0	
Nordrhein-Westfalen	234	50.0	47.5	11.1	299	112	118	96	10	51.0	46.0	11.8	9.8	25.3	18.2	32.4	14.2	
Rheinland-Pfalz	186	52.0	43.1	10.8	230	81	87	94	3	46.4	44.3	11.5	10.4	28.9	27.4	19.9	13.4	
Saarland	153	44.6	44.3	10.7	252	89	103	103	1	52.1	42.9	10.9	11.7	33.0	27.7	18.0	9.7	
Sachsen-Anhalt	198	74.2	50.7	8.2	201	74	75	77	4	71.9	52.2	9.8	4.7	10.9	9.8	51.3	23.3	
Thüringen	192	72.5	52.0	7.3	232	79	80	88	7	72.3	51.4	10.6	5.3	12.3	14.5	42.1	25.9	
Bayern	151	44.4	42.7	11.7	153	26	65	61	22	42.8	40.6	10.6	15.2	36.4	30.5	8.6	9.3	
Bremen	118	49.5	47.5	12.4	124	50	44	49	8	52.3	44.6	11.7	14.4	24.0	20.2	28.8	12.5	
Hamburg	125	44.3	47.3	11.9	133	33	62	49	5	49.2	43.7	11.1	10.1	31.0	28.7	17.1	13.2	
Sachsen	113	72.6	50.2	6.5	118	32	41	54	0	60.7	51.2	10.7	6.1	12.3	8.8	52.6	20.2	
Schleswig-Holstein	183	54.7	44.4	11.5	137	45	45	55	8	51.1	44.0	10.6	6.6	33.8	29.4	19.9	10.3	
Deutschland	2 873	57.8	47.6	10.4	3 445	1 128	1 264	1 245	266	56.6	46.0	11.5	8.7	26.1	21.4	29.0	14.8	

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Summe der Prozente der Altersangaben pro Land minimal von 100 abweichen.

N = Anzahl der Lehrkräfte mit gültigen Angaben; M = Mittelwert; SD = Standardabweichung.

Für die Länder Bayern, Bremen, Hamburg, Sachsen und Schleswig-Holstein stehen die Befunde aufgrund eines erhöhten Anteils fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

12.5 Qualifikation von Lehrkräften im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern

Zur Beschreibung der Qualifikation der befragten Lehrerinnen und Lehrer werden zunächst die Anteile der Quereinsteigenden und anschließend die Anteile fachfremd unterrichtender Lehrkräfte berichtet. Als Quereinsteigende werden dabei Personen klassifiziert, die nach eigener Angabe kein reguläres Lehramtsstudium abgeschlossen haben. Dies umfasst also Personen, die sich aktuell in Qualifizierungsmaßnahmen befinden oder diese Maßnahmen bereits abgeschlossen haben. Hierbei wird nicht berücksichtigt, welches Studium diese Personen vor ihrer Tätigkeit als Lehrkraft absolviert haben. In der vorliegenden Untersuchung wurden insgesamt 480 Quereinsteigende in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern befragt. Von ihnen sind 36 Prozent Frauen und ihre schulische Berufserfahrung als Lehrkraft liegt im Mittel bei 9 Jahren, wobei die Streuung recht groß ist ($SD = 9$ Jahre). Damit wird deutlich, dass es sich bei den Quereinsteigenden im Durchschnitt um eine erfahrene aber auch heterogene Gruppe von Lehrkräften handelt.

Über alle Länder hinweg betrachtet zeigt sich, dass in den untersuchten Fächern ein substanzieller Anteil an Quereinsteigerinnen und Quereinsteigern unterrichtet. Besonders hoch sind die jeweiligen Anteile mit knapp 15 beziehungsweise 17 Prozent in den Fächern Chemie und Physik (Tab. 12.3). Schulartspezifische Analysen weisen zudem darauf hin, dass Quereinsteigende insbesondere in nichtgymnasialen Schularten unterrichten. Die höchsten Werte finden sich hier erneut für die Fächer Physik und Chemie, in denen etwa jede sechste Lehrkraft an den nichtgymnasialen Schulen eine Quereinsteigerin oder ein Quereinsteiger ist. Im Fach Mathematik bestehen hingegen keine schulartspezifischen Unterschiede.

Tabelle 12.3: Prozentuale Anteile quereinsteigender und fachfremd unterrichtender Lehrkräfte im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern nach Schulart

Fach	Prozentualer Anteil quereinsteigender Lehrkräfte			Prozentualer Anteil fachfremd unterrichtender Lehrkräfte		
	Gesamt	Gymnasium	nichtgymnasiale Schularten	Gesamt	Gymnasium	nichtgymnasiale Schularten
Mathematik	8.7	8.6	8.7	12.2	10.0	13.2
Biologie	6.4	4.1	7.9	4.7	0.5	7.6
Chemie	14.5	11.0	17.0	4.2	1.5	6.2
Physik	17.0	15.3	18.2	6.5	1.0	10.4
Naturwissenschaften	5.0	- ¹	5.2	15.4	- ¹	15.3

Anmerkung. ¹Die Angabe zu den quereinsteigenden Lehrkräften bzw. zu den fachfremd unterrichtenden Lehrkräften im Fach Naturwissenschaften im Gymnasium wird nicht ausgewiesen, da die Gesamtzahl mit 12 Lehrkräften in der Stichprobe zu gering ist.

Eine länderspezifische Analyse macht wiederum deutlich, dass sich die Anteile der Quereinsteigenden stark zwischen den Ländern unterscheiden (Tab. 12.4). Für das Fach Mathematik zeigt sich, dass die Anteile in den Stadtstaaten Berlin und Bremen am höchsten sind. Dort ist etwa jede sechste befragte Lehrkraft zu dieser Gruppe zu zählen. Im Gegensatz dazu sind die Anteile an Quereinsteigenden in den Ländern Baden-Württemberg, Sachsen und Thüringen mit bis zu drei Prozent sehr gering. Darüber hinaus zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen ost-

und westdeutschen Ländern, wobei geringere Anteile an Quereinsteigenden in den ostdeutschen Flächenländern zu verzeichnen sind (Ost: 4.8%; West: 10.4%).

Für die naturwissenschaftlichen Fächer wird der länderspezifische Anteil der Quereinsteigerinnen und Quereinsteiger gemeinsam berichtet, da die Stichprobengrößen innerhalb der einzelnen Fächer teilweise zu gering sind, um zuverlässige Werte auf Länderebene zu bestimmen. Die in Tabelle 12.4 dargestellten Ergebnisse zeigen erneut, dass der Anteil an Quereinsteigenden zwischen den Ländern sehr stark variiert. Die höchsten Anteile finden sich auch hier in den Stadtstaaten und zudem in den Ländern Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Dort gehört etwa jede fünfte bis sechste Lehrkraft zur Gruppe der Quereinsteigenden. Die niedrigsten Werte sind für Baden-Württemberg, Sachsen-Anhalt und Thüringen festzustellen.

Zur Bestimmung des Anteils fachfremd unterrichtender Lehrkräfte wurden die von den Lehrerinnen und Lehrern berichteten Lehrbefähigungen in den Fächern zugrunde gelegt. Eine Lehrkraft in den Fächern Biologie, Chemie oder Physik wurde dann als fachfremd unterrichtend eingestuft, wenn sie angab, für das jeweilige Fach keine Lehrbefähigung zu besitzen. Für das integrative Fach Naturwissenschaften wurde eine Lehrkraft dann als fachfremd klassifiziert, wenn sie weder über eine Lehrbefähigung für Biologie, Chemie oder Physik verfügte noch für den Fächerverbund Naturwissenschaften. Bei der Bestimmung der Anteile fachfremd unterrichtender Lehrkräfte wurden nur Lehrkräfte mit Lehramtsstudium einbezogen, Quereinsteigerinnen und Quereinsteiger wurden also ausgeschlossen.

In der vorliegenden Stichprobe unterrichteten im Fach Mathematik beziehungsweise in den naturwissenschaftlichen Fächern 364 Lehrkräfte fachfremd. Aus Tabelle 12.3 geht hervor, dass die höchsten Anteile fachfremd unterrichtender Lehrkräfte im Fach Mathematik (12%) und im integrativen Fach Naturwissenschaften (15%) zu finden sind. Für die drei naturwissenschaftlichen Fächer ergeben sich deutlich niedrigere Werte und nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Fächern. Eine schulartspezifische Analyse zeigt hingegen starke Abweichungen zwischen dem Gymnasium und den nichtgymnasialen Schularten. In den Fächern Biologie, Chemie und Physik ist der Anteil fachfremd unterrichtender Lehrkräfte an Gymnasien mit maximal knapp zwei Prozent verschwindend gering, während an den nichtgymnasialen Schulen die Werte deutlich höher liegen. Auch in Mathematik unterrichten an nichtgymnasialen Schularten mehr Lehrkräfte fachfremd als an Gymnasien, jedoch fällt die Differenz zwischen den Schularten geringer aus als bei den drei naturwissenschaftlichen Fächern.

Auch für die fachfremd unterrichtenden Lehrkräfte wurden die Anteile für die einzelnen Fächer auf Länderebene bestimmt (Tab. 12.4). Ebenso wie in den Analysen der Anteile von Quereinsteigenden werden hier die Anteile für das Fach Mathematik einerseits und für die drei naturwissenschaftlichen Fächer andererseits (inkl. dem integrativen Fach Naturwissenschaften) gemeinsam ermittelt. Für das Fach Mathematik sind die höchsten Anteile fachfremd unterrichtender Lehrkräfte in den drei Stadtstaaten und in Bayern zu verzeichnen. Dem gegenüber stehen vergleichsweise niedrige Werte mit vier beziehungsweise sieben Prozent in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen. Für die naturwissenschaftlichen Fächer zeigt sich, dass hohe Anteile fachfremd unterrichtender Lehrkräfte vor allem in Bayern und Bremen zu finden sind. Die niedrigsten Anteile sind hingegen auch hier in den ostdeutschen Flächenländern sowie in Berlin und in Hessen zu verzeichnen.

Tabelle 12.4: Prozentuale Anteile quereinsteigender fachfremd unterrichtender Lehrkräfte im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern nach Land

Land	Quereinsteigende Lehrkräfte		Fachfremd unterrichtende Lehrkräfte	
	Mathematik	Naturwissen- schaftliche Fächer	Mathematik	Naturwissen- schaftliche Fächer
	Anteile in %	Anteile in %	Anteile in %	Anteile in %
Baden-Württemberg	1.5	3.7	9.0	6.9
Berlin	18.8	19.4	17.8	3.4
Brandenburg	8.3	11.4	9.1	4.2
Hessen	7.5	13.1	14.2	3.2
Mecklenburg-Vorpommern	5.2	8.4	3.9	3.9
Niedersachsen	13.0	21.8	13.0	8.5
Nordrhein-Westfalen	10.8	18.8	12.8	5.9
Rheinland-Pfalz	10.0	12.7	15.1	5.6
Saarland	4.3	12.2	13.1	8.4
Sachsen-Anhalt	6.1	4.4	9.3	1.4
Thüringen	0.8	4.3	10.2	3.7
Bayern ¹	8.5	8.2	16.5	17.9
Bremen ¹	20.5	18.4	16.7	13.3
Hamburg ^{1, 2}	11.5	16.9	18.4	7.3
Sachsen ^{1, 2}	2.6	8.0	6.8	2.6
Schleswig-Holstein ^{1, 2}	8.2	11.2	11.5	7.4

*Anmerkungen.*¹ Die Befunde zum Fach Mathematik stehen aufgrund eines erhöhten Anteils fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).² Die Befunde zu den naturwissenschaftlichen Fächern stehen aufgrund eines erhöhten Anteils fehlender Daten unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

Die Zahl der Lehrkräfte im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern, die in die Berechnung der Anteile eingingen, lassen sich Tabelle 12.1 und 12.2 entnehmen.

12.6 Fortbildungsaktivitäten der Lehrkräfte

Zur Erfassung von Fortbildungsaktivitäten wurden die Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräfte der am IQB-Bildungstrend 2018 teilnehmenden Schulklassen gebeten, jeweils anzugeben, an welchen externen und schul-intern Fortbildungsveranstaltungen sie in den Schuljahren 2016/17 und 2017/18 teilgenommen haben. Anhand dieser Angaben wurde bestimmt, wie viele Fortbildungen Lehrkräfte in den einzelnen Ländern besucht haben (Tab. 12.5).⁵ Zur allgemeinen Beschreibung der Fortbildungsaktivität lässt sich der Anteil derjenigen Lehrkräfte heranziehen, die mindestens eine Fortbildungsveranstaltung innerhalb der letzten zwei Schuljahre besucht haben. Im bundesweiten Durchschnitt liegt diese Teilnahmequote im genannten Zeitraum bei 84 Prozent. Dies entspricht genau dem Wert, der auch im IQB-Ländervergleich 2012 für Lehrkräfte in Mathematik und in den Naturwissenschaften festgestellt wurde

5 Der Fokus liegt in diesem Kapitel auf formalen Angeboten des beruflichen Lernens, die in umfangreichem Maße in der Lehrkräftefortbildung der Länder bereitgestellt werden und die Lehrkräfte auch intensiv nutzen. Daneben stellen informelle Lernangebote ebenfalls wichtige Lerngelegenheiten dar, die an dieser Stelle jedoch nicht berücksichtigt werden können.

und liegt leicht über dem Wert des IQB-Bildungstrends 2015 für Lehrkräfte in sprachlichen Fächern (77%). Zwischen den Ländern variiert dieser Anteil allerdings zum Teil erheblich, wobei die höchste Teilnahmequote für Hamburg (95%) und die niedrigste Teilnahmequote für Nordrhein-Westfalen (75%) ermittelt wurde. Darüber hinaus wird deutlich, dass die Teilnahmequote in Ländern, in denen festgelegt ist, wie viele Fortbildungsstunden zu absolvieren sind (Bayern, Bremen und Hamburg), mit 92 Prozent deutlich höher ausfällt als in Deutschland insgesamt (84%).

Zur Bestimmung der Anzahl besuchter Veranstaltungen wurde pro Land berechnet, wie viele Fortbildungen die befragten Lehrkräfte im Durchschnitt innerhalb von zwei Jahren besucht haben. Die höchsten Durchschnittswerte lassen sich mit 3.1 beziehungsweise 3.6 besuchten Fortbildungen pro Lehrkraft für die Länder Bayern und Hamburg feststellen. In diesen Ländern ist somit nicht nur die Quote der Fortbildungsteilnehmerinnen und -teilnehmer sehr hoch, sondern auch die durchschnittliche Anzahl der besuchten Veranstaltungen. Die niedrigsten Werte sind mit durchschnittlich 1.9 beziehungsweise 2.0 Veranstaltungen pro Lehrkraft innerhalb von zwei Jahren für Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz zu verzeichnen.

Tabelle 12.5: Teilnahmequoten und Anzahl besuchter Fortbildungsveranstaltungen in den Schuljahren 2016/2017 und 2017/18 nach Ländern

Land	Teilnahme- quote	Anzahl Fortbildungen		Häufigkeit Fortbildungen			
	in %	<i>M</i>	<i>SD</i>	Keine Veranst.	1–2 Veranst.	3–4 Veranst.	>5 Veranst.
Baden-Württemberg	79.0	2.2	1.8	21.0	40.3	26.0	12.7
Berlin	83.0	2.3	1.6	17.0	39.4	32.9	10.8
Brandenburg	93.2	2.9	1.6	6.8	36.7	39.8	16.7
Hessen	78.2	2.0	1.7	21.8	45.5	22.3	10.5
Mecklenburg-Vorpommern	90.9	2.9	1.8	9.1	37.0	33.6	20.2
Niedersachsen	82.0	2.1	1.7	18.0	47.2	22.8	12.0
Nordrhein-Westfalen	75.1	1.9	1.7	24.9	46.4	20.1	8.5
Rheinland-Pfalz	75.6	2.0	1.7	24.4	44.5	22.7	8.4
Saarland	82.4	2.2	1.6	17.6	46.0	27.2	9.3
Sachsen-Anhalt	87.0	2.7	1.8	13.0	37.9	31.4	17.6
Thüringen	87.3	2.9	1.9	12.7	32.9	31.9	22.5
Bayern	92.1	3.1	1.8	7.9	31.5	36.6	24.1
Bremen	88.2	2.9	1.9	11.8	35.4	29.2	23.6
Hamburg	95.3	3.6	1.7	4.7	24.4	38.3	32.6
Sachsen	86.5	2.4	1.7	13.5	47.2	24.5	14.7
Schleswig-Holstein	77.8	2.1	1.8	22.2	43.9	21.2	12.7
Deutschland	83.9	2.5	1.8	16.1	40.3	28.7	15.0

Anmerkungen. In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Dadurch kann die Summe der Prozente für die Anzahl besuchter Fortbildungen pro Land minimal von 100 abweichen. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; Veranst. = Veranstaltung. Für die Länder Bayern, Bremen, Hamburg, Sachsen und Schleswig-Holstein stehen die Befunde aufgrund eines erhöhten Anteils fehlender Daten in mindestens einem Fach unter Vorbehalt (vgl. Kapitel 3.1).

Im Lehrkräftefragebogen wurden für jede besuchte Fortbildung Angaben unter anderem zum Titel, zum zeitlichen Umfang und zum Ort der Veranstaltung erbeten. Für die inhaltliche Klassifizierung der Veranstaltung erhielt der Bogen zusätzlich eine Liste mit Themenbereichen, denen die Lehrkräfte die von ihnen besuchten Fortbildungsveranstaltungen zuordnen sollten. Diese Themen repräsentieren zum einen häufig genannte Bereiche beruflicher Fortbildung (DVLfB, 2018) und zum anderen Inhalte, die sich auf bildungspolitische Maßnahmen wie die Bildungsstandards der KMK oder die Vergleichsarbeiten (VERA) beziehen (vgl. auch Hoffmann & Richter, 2016).

Die Ergebnisse der deskriptiven Analysen zu den Themenbereichen der in den Schuljahren 2016/2017 und 2017/2018 besuchten Fortbildungsveranstaltungen finden sich in Tabelle 12.6. Die dort angegebenen Prozentwerte bilden jeweils den Anteil derjenigen Lehrkräfte ab, die mindestens an einer Veranstaltung zum betreffenden Themenbereich teilgenommen haben. Insgesamt zeigt sich, dass etwa 44 Prozent aller Lehrkräfte ein Fortbildungsangebot zu fachdidaktischen Inhalten und 28 Prozent eine Veranstaltung zu fachlichen Inhalten besuchten. Vergleichsweise häufig wurden außerdem Angebote zur Nutzung von Medien im Unterricht (32 %), zu Unterrichtsformen und -methoden (32 %) und zu Curricula (31 %) besucht.

Bei einer schulartspezifischen Betrachtung der Ergebnisse ergeben sich für einige Themenbereiche deutliche Unterschiede. Lehrkräfte an Gymnasien besuchten im Vergleich zu Lehrkräften der anderen Schularten deutlich häufiger Veranstaltungen zu fachlichen oder fachdidaktischen Inhalten, zu Curricula, zur Mediennutzung und zu den Bildungsstandards. Lehrkräfte an nichtgymnasialen Schularten nahmen demgegenüber häufiger an Fortbildungsangeboten zur Gewaltprävention, zum Umgang mit Störungen im Unterricht, zur Integration/ Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf sowie zur Förderung lernschwacher Schülerinnen und Schüler teil. Damit scheinen Gymnasiallehrkräfte Fortbildungen zu nutzen, um ihr Wissen vor allem im fachlichen und curricularen Bereich zu vertiefen, wohingegen Lehrkräfte an nichtgymnasialen Schulen sich insbesondere mit pädagogischen Herausforderungen im Unterricht auseinandersetzen.

Auch im Vergleich von Lehrkräften, die ein reguläres Lehramtsstudium abgeschlossen haben, mit denen, die als Quereinsteigende unterrichten, finden sich einige Unterschiede in den Teilnahmequoten. Für die meisten Themenbereiche lässt sich feststellen, dass die Teilnahmequoten der Quereinsteigenden etwas höher ausfallen als die der regulär ausgebildeten Lehrkräfte. Quereinsteigende besuchen im Vergleich zu regulär ausgebildeten Lehrkräften häufiger Fortbildungen zum Umgang mit Störungen, zur Förderung von lernschwachen Schülerinnen und Schülern, sowie zu Unterrichtsformen und -methoden. Dies weist darauf hin, dass Quereinsteigende anstreben, pädagogisches Wissen, das sie nicht im Rahmen eines Studiums erwerben konnten, durch die Nutzung von Fortbildungen auszubauen.

Im Lehrerfragebogen wurden die Lehrkräfte zudem gebeten, ihren eigenen Fortbildungsbedarf in den einzelnen Themenbereichen anhand einer vierstufigen Ratingskala (1 = „überhaupt kein Bedarf“ bis 4 = „sehr hoher Bedarf“) zu beurteilen. Ein deskriptiver Überblick zu diesen Angaben findet sich in Tabelle 12.7, in der zu jedem Themenbereich der prozentuale Anteil der Lehrkräfte angegeben ist, die einen „eher hohen“ oder einen „sehr hohen“ Bedarf geäußert haben. Für diese Analyse wurden alle Lehrkräfte des Fachs Mathematik und der naturwissenschaftlichen Fächer zusammengefasst.

Tabelle 12.6: Prozentuale Anteile der Lehrkräfte, die an mindestens einer Fortbildungsveranstaltung im jeweiligen Themenbereich teilgenommen haben (nach Schulart und Qualifikation)

Themenbereiche	alle Lehrkräfte	an Gymnasien	an nicht-gymnasialen Schularten	reguläres Lehramts-Studium	beruflich Quereinsteigende
Fachliche Themen ohne Bezug zum Unterricht	28.0	31.3	26.0	27.8	31.4
Vermittlung fachlicher Themen im Unterricht (Fachdidaktik)	43.5	50.8	39.2	43.6	45.5
Curricula (Lehrpläne, Rahmenlehrpläne)	30.9	36.8	27.3	31.1	30.6
Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz	18.0	21.7	15.8	18.2	17.8
Unterrichtsformen und -methoden	32.2	32.8	31.8	32.0	36.1
Leistungsdiagnostik und Leistungsbeurteilung	18.2	18.7	17.9	18.1	21.2
Gewaltprävention	11.7	7.8	14.0	11.7	13.4
Umgang mit Störungen im Unterricht	16.0	10.3	19.4	15.5	22.6
Förderung von lernschwachen Schülerinnen und Schülern	14.2	10.1	16.7	13.9	18.9
Nutzung von Medien im Unterricht	32.2	35.6	30.1	32.1	34.8
Beratung von Eltern oder Schülerinnen und Schülern	12.3	10.6	13.3	12.3	13.6
Schulorganisation/Schulentwicklung	18.8	19.1	18.6	18.8	20.8
Integration/Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpäd. Förderbedarf	12.3	6.2	16.0	12.1	15.5
Binnendifferenzierung/Individuelle Förderung	21.6	19.7	22.7	21.5	23.7
Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund	5.8	4.7	6.4	5.7	6.7
Lernstandserhebungen/Kompetenztests/Vergleichsarbeiten (VERA)	5.7	5.3	5.9	5.9	4.6
Anderer Fortbildungsgegenstand	26.8	29.1	25.5	26.8	29.4

Über 60 Prozent der Lehrkräfte berichten einen hohen oder sehr hohen Fortbildungsbedarf zur Förderung lernschwacher Schülerinnen und Schüler. Darüber hinaus geben über die Hälfte der Lehrkräfte einen hohen oder sehr hohen Bedarf an Fortbildung in den Bereichen Inklusion, Binnendifferenzierung und Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund an. Lehrkräfte im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern sehen also für sich die Notwendigkeit an Fortbildungen teilzunehmen, die im Wesentlichen auf einen adaptiven Umgang mit leistungsbezogener oder zugewanderungsbezogener Heterogenität abzielen.

Im Vergleich der Lehrkräfte unterschiedlicher Schularten zeigt sich, dass Gymnasiallehrkräfte zu den meisten Themen einen geringeren Fortbildungsbedarf berichteten als Lehrkräfte der nichtgymnasialen Schularten. Darüber hinaus geben Lehrkräfte nichtgymnasialer Schulen einen erhöhten Fortbildungsbedarf zum Umgang mit Störungen im Unterricht und zur Gewaltprävention an. Im Vergleich der Fortbildungsbedarfe von Lehrkräften mit regulärer Lehramtsausbildung und Quereinsteigenden fällt auf, dass Quereinsteigende für die meisten Themenbereiche einen höheren Fortbildungsbedarf berichten als regulär ausgebildete Lehrkräfte (Tab. 7). Besonders groß fallen diese Unterschiede in Bereichen aus, die in der ersten und zweiten Phase der Lehrerausbildung einen wichtigen

Tabelle 12.7: Prozentuale Anteile an Lehrkräften, die nach eigenen Angaben „eher hohen“ oder „sehr hohen“ Fortbildungsbedarf haben, je Themenbereich, nach Schulart und Qualifikation

Themenbereiche	alle Lehrkräfte	an Gymnasien	an nicht-gymnasialen Schularten	reguläres Lehramts-Studium	beruflich Quereinsteigende
Fachliche Themen ohne Bezug zum Unterricht	12.0	13.3	11.1	11.9	12.9
Vermittlung fachlicher Themen im Unterricht (Fachdidaktik)	34.1	36.2	32.8	33.0	44.9
Curricula (Lehrpläne, Rahmenlehrpläne)	20.2	20.6	20.0	20.1	22.2
Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz	18.9	18.4	19.3	18.7	21.4
Unterrichtsformen und -methoden	40.8	39.3	41.7	39.9	49.3
Leistungsdiagnostik und Leistungsbeurteilung	33.0	32.0	33.6	33.1	33.3
Gewaltprävention	39.2	31.2	44.0	39.5	35.2
Umgang mit Störungen im Unterricht	41.6	31.3	47.8	40.8	47.7
Förderung von lernschwachen Schülerinnen und Schülern	61.7	50.2	68.6	61.7	62.5
Nutzung von Medien im Unterricht	38.4	36.3	39.6	39.7	27.2
Beratung von Eltern oder Schülerinnen und Schülern	29.3	31.2	28.1	29.2	31.2
Schulorganisation/Schulentwicklung	24.3	23.2	25.0	23.9	28.4
Integration/Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpäd. Förderbedarf	56.3	42.2	65.0	56.0	58.9
Binnendifferenzierung/Individuelle Förderung	55.8	50.6	59.0	55.8	57.0
Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund	51.1	38.9	58.5	50.9	52.5
Lernstandserhebungen/Kompetenztests/Vergleichsarbeiten (VERA)	19.8	19.3	20.1	19.3	23.9

Stellenwert einnehmen. So berichten Quereinsteigende im Vergleich zu regulär ausgebildeten Lehrkräften einen höheren Fortbildungsbedarf in der Fachdidaktik, zu Unterrichtsformen und -methoden sowie zum Umgang mit Störungen. Ein entgegengesetztes Muster findet sich für die Nutzung von Medien. Hier äußern deutlich mehr regulär ausgebildete Lehrkräfte einen hohen oder sehr hohen Fortbildungsbedarf im Vergleich zu Quereinsteigenden. Insgesamt lässt sich somit feststellen, dass auch die Qualifikation der Lehrkräfte mit dem wahrgenommenen Fortbildungsbedarf zusammenhängt und insbesondere die Quereinsteigenden einen erhöhten Bedarf an Unterstützung zur Entwicklung ihrer professionellen Kompetenz berichten.

Zur Abschätzung der Passung zwischen dem Fortbildungsbedarf und der Nutzung entsprechender Angebote lässt sich ein Vergleich der Angaben in den Tabellen 12.6 und 12.7 vornehmen. Hierbei ist vor allem interessant, für welche Themenbereiche große Diskrepanzen zwischen dem berichteten Bedarf und dem Anteil an Fortbildungsnutzerinnen und -nutzern bestehen. Die Ergebnisse dieser Analysen lassen keinen Schluss darüber zu, in welchen Bereichen ein zu geringes oder zu hohes Angebot besteht, aber sie liefern Hinweise darauf, in welchen Bereichen die Landesinstitute für Lehrerfortbildung möglicherwei-

se einen besonderen Schwerpunkt in der Gestaltung ihrer Angebote setzen sollten. Die größten Unterschiede zwischen den Angaben zur Fortbildungsnutzung und zum Fortbildungsbedarf bestehen in den Bereichen, für die insgesamt ein hoher Fortbildungsbedarf berichtet wurde. Besonders groß ist der Unterschied für die Förderung lernschwacher Schülerinnen und Schüler: Hier gaben lediglich 14 Prozent der Lehrkräfte an, eine Veranstaltung besucht zu haben, während über 60 Prozent der Lehrkräfte einen hohen oder sehr hohen Fortbildungsbedarf berichteten. Für den Bereich der fachlichen Inhalte findet sich interessanterweise ein umgekehrtes Muster. Hier gab mehr als ein Viertel der Lehrkräfte an, mindestens eine Fortbildung besucht zu haben, und nur 12 Prozent der Lehrkräfte berichteten einen hohen oder sehr hohen Fortbildungsbedarf.

12.7 Zusammenhänge zwischen der beruflichen Qualifikation der Lehrkräfte und dem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler

In diesem Abschnitt werden Zusammenhänge zwischen der Qualifikation der Lehrkräfte und den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler untersucht. Dabei konzentrieren wir uns im Fach Mathematik auf die Vorhersage der Globalskala und in den Naturwissenschaften auf die Kompetenzen im Bereich *Fachwissen*. Die Ergebnisse zur Vorhersage der Kompetenzen im Bereich *Erkenntnisgewinnung* werden online zur Verfügung gestellt (vgl. Tab. 12.1web und Tab. 12.2web). Im Mittelpunkt der Analysen steht die Frage, welche Kompetenzen in Klassen erreicht werden, in denen der Unterricht von fachfremd unterrichtenden Lehrkräften beziehungsweise von Quereinsteigenden erteilt wird. In bereits durchgeführten Untersuchungen des IQB konnte für die Sekundarstufe I festgestellt werden, dass in solchen Klassen zum Teil etwas schwächere Ergebnisse erreicht werden als in Klassen, in denen regulär ausgebildete Fachlehrkräfte tätig sind (Hoffmann & Richter, 2016; Richter et al., 2013). Diese Befunde variieren jedoch zwischen Kompetenzbereichen und in Abhängigkeit davon, ob die Komposition der Schülerschaft in den Analysen berücksichtigt wurde. Die im Folgenden dargestellten Analysen sollen die bereits vorliegenden Arbeiten fortzuschreiben und anhand aktueller Daten prüfen, ob Zusammenhänge zwischen der Qualifikation der Lehrkraft und den erreichten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler bestehen.

Zur Vorbereitung der Analysen mussten zunächst die Angaben der Lehrkräfte mit den von ihren Schülerinnen und Schülern erreichten Kompetenzen zusammengeführt werden. Im Fach Mathematik konnten 83 Prozent der Klassen eindeutig einer Lehrkraft zugeordnet werden. Für die Naturwissenschaften lag der entsprechende Anteil zwischen 72 Prozent in Biologie und 76 Prozent in Physik. Die fehlenden Lehrkräfteangaben für die verbleibenden Klassen lassen sich darauf zurückführen, dass die jeweiligen Lehrkräfte nicht an der Befragung teilnahmen. Eine detaillierte Darstellung der Beteiligungsquoten der Lehrkräfte findet sich in Kapitel 3.1. Ferner wurden Lehrkräfte, die integrativen Naturwissenschaftsunterricht erteilen, und die entsprechenden Klassen aus den Analysen ausgeschlossen, da sie nur in einzelnen Ländern zu finden sind.

Die Bestimmung von Zusammenhängen zwischen Merkmalen der Lehrkräfte und den Kompetenzen der von ihnen unterrichteten Schülerinnen und Schüler erfolgte mithilfe von Mehrebenenanalysen (Raudenbush & Bryk, 2002). Zur Vorhersage der erreichten Kompetenzen in den einzelnen Bereichen wurden so-

wohl Merkmale der Klasse beziehungsweise der Lehrkraft als auch Merkmale der Schülerinnen und Schüler in die Analysen einbezogen. Die Merkmale auf Klassenebene umfassen demografische Hintergrundmerkmale der Lehrkraft (Alter, Geschlecht) und Angaben zu ihrer Qualifikation (fachfremd erteilter Unterricht, Quereinstieg). Darüber hinaus wurde die Schulart (Gymnasium versus nichtgymnasiale Schularten) berücksichtigt. Die einbezogenen Hintergrundmerkmale der Schülerinnen und Schüler umfassen Angaben zu ihrem Geschlecht, zu ihrer Familiensprache und zum sozioökonomischen Status ihrer Eltern (HISEI: *Highest International Socio-Economic Index of Occupational Status*, vgl. Ganzeboom, 2010; eine genauere Beschreibung des Indikators findet sich in Kapitel 8) sowie Ergebnisse zu ihren kognitiven Grundfähigkeiten (Wilhelm, Schroeders & Schipolowski, 2014; eine Beschreibung des hierfür eingesetzten Testinstruments findet sich in Kapitel 3.1) berücksichtigt. Für die Analysen wurde ein zweischrittiges Verfahren gewählt, bei dem zunächst die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler durch die Merkmale der Lehrkraft vorhergesagt und dabei zentrale Hintergrundmerkmale der Schülerinnen und Schüler auf Individualebene kontrolliert wurden. Um zu prüfen, ob die festgestellten Zusammenhänge bestehen bleiben, wenn die Zusammensetzung der Schülerschaft in den Klassen statistisch konstant gehalten wird, wurden anschließend Merkmale der Klassenkomposition in die Modelle aufgenommen. Dies ist erforderlich, weil vorliegende Befunde darauf hindeuten, dass Quereinsteigende verstärkt in sozial benachteiligten Schulen eingesetzt werden (Helbig & Nikolai, 2019; Richter et al., 2018).

Die Ergebnisse des ersten Analyseschritts zeigen in Tabelle 12.8, dass die Schulart erwartungsgemäß eine erhebliche Vorhersagekraft für Unterschiede in den erreichten Kompetenzen hat. Unter Kontrolle der verschiedenen anderen Variablen im Modell unterscheiden sich die Ergebnisse gymnasialer und nichtgymnasialer Klassen im Durchschnitt um 83 Punkte im Fach Mathematik und zwischen 73 und 81 Punkten in den naturwissenschaftlichen Fächern. Die fachliche Qualifikation der Lehrkraft hängt lediglich im Fach Mathematik statistisch signifikant mit den erreichten Kompetenzen zusammen. Klassen mit einer fachfremden Lehrkraft erreichen im Schnitt um 16 Punkte geringere Kompetenzwerte im Fach Mathematik als Klassen mit entsprechenden Fachlehrkräften. In Klassen, in denen Quereinsteigende unterrichten, zeigen sich systematische Zusammenhänge mit den erreichten Kompetenzen in den Fächern Mathematik, Chemie und Physik. Hier fallen die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler in den Kompetenztests zwischen 9 Punkten (Chemie und Physik) und 10 Punkten (Mathematik) schwächer aus, wenn sie von einer Quereinsteigerin oder einem Quereinsteiger unterrichtet werden.

Zusätzlich zu den in Tabelle 12.8 berichteten Ergebnissen wurde geprüft, ob die mit der Qualifikation der Lehrkraft verbundenen Effekte systematisch zwischen dem Gymnasium und den nichtgymnasialen Schularten variieren. Aufgrund der geringen Fallzahlen fachfremd unterrichtender Lehrkräfte können diese Analysen jedoch lediglich für den Quereinstieg zuverlässige Ergebnisse liefern. Dabei zeigt sich, dass von Quereinsteigenden unterrichtete Klassen an den nichtgymnasialen Schularten in den Fächern Mathematik (–14 Punkte), Biologie (–13 Punkte) und Physik (–14 Punkte) signifikant schwächere Ergebnisse erzielen als Klassen von regulär ausgebildeten Lehrkräften. Für die Gymnasien lassen sich hingegen keine Effekte des Quereinstiegs identifizieren.

Die meisten auf Ebene der Schülerinnen und Schüler einbezogenen Kontrollvariablen hängen konsistent in allen untersuchten Kompetenzbereichen mit

den erreichten Kompetenzen zusammen. Höhere Kompetenzen werden von Schülerinnen und Schülern erreicht, die in der Familie immer oder meistens Deutsch sprechen, deren Eltern einen höheren sozioökonomischen Status aufweisen und die über höhere kognitive Grundfähigkeiten verfügen. Für die Geschlechterunterschiede lässt sich feststellen, dass Mädchen unter Kontrolle aller anderen Merkmale im Modell signifikant bessere Ergebnisse in Biologie (16 Punkte) und Jungen signifikant bessere Ergebnisse in Mathematik und Physik (17 bzw. 7 Punkte) erreichen. Detailliertere Analysen zu den Geschlechterunterschieden finden sich in Kapitel 7. Für die Kontrollvariablen auf Ebene der Lehrkräfte ist festzuhalten, dass das Geschlecht der Lehrkraft nicht mit den erreichten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler zusammenhängt. Lediglich für das Alter der Lehrkraft zeigt sich im Fach Physik ein sehr kleiner statistisch signifikanter Zusammenhang, der darauf hinweist, dass die Ergebnisse der Kompetenztests in Klassen von älteren Lehrkräften geringfügig schwächer ausfallen als in Klassen von jüngeren Lehrkräften.

Tabelle 12.8: Ergebnisse der Mehrebenenanalysen zur Vorhersage der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern anhand von Merkmalen der Lehrkraft und der Schülerinnen und Schüler (nur Individualebene)

Modellelemente	Mathematik (Globalskala) ¹		Biologie Fachwissen ²		Chemie Fachwissen ³		Physik Fachwissen ⁴	
	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)
Ordinatenabschnitt	487	(2.2)	470	(3.4)	481	(3.3)	491	(2.8)
Individualebene								
Geschlecht	-17	(1.3)	16	(2.0)	3	(1.8)	-7	(1.7)
Familiensprache	-18	(1.5)	-26	(2.4)	-27	(2.3)	-24	(2.2)
Sozioökonomischer Status (HISEI)	7	(0.8)	7	(1.1)	5	(1.0)	5	(1.0)
Kognitive Grundfähigkeit	38	(0.8)	28	(1.2)	29	(1.1)	32	(1.0)
Klassenebene								
Schulart	83	(2.3)	81	(3.0)	77	(2.9)	73	(3.1)
Qualifikation								
Fachfremd	-16	(4.1)	-6	(7.3)	-14	(9.4)	-9	(9.7)
Quereinstieg	-10	(4.4)	-9	(5.7)	-9	(3.8)	-9	(3.6)
Demografische Merkmale der Lehrkraft								
Alter	-1	(1.1)	0	(1.3)	-1	(1.3)	-3	(1.3)
Geschlecht	-1	(2.2)	2	(3.0)	0	(2.8)	-3	(2.9)
Varianzanteile								
<i>R</i> ² Individualebene	0.39	(0.0)	0.23	(0.0)	0.24	(0.0)	0.28	(0.0)
<i>R</i> ² Klassenebene	0.68	(0.0)	0.75	(0.0)	0.69	(0.0)	0.67	(0.0)

Anmerkungen. Geschlecht: 0 (Jungen) und 1 (Mädchen); Familiensprache: 0 (ausschließlich Deutsch) und 1 (auch andere Sprache als Deutsch); Sozioökonomischer Status: Highest International Socio-Economic Index of Occupational Status (Ganzeboom, 2010); kognitive Grundfähigkeit: figuraler Untertest zum schlussfolgernden Denken des Berliner Tests zur Erfassung fluiden und kristallinen Intelligenz (Wilhelm, Schroeders & Schipolowski, 2014); Schulart: 0 (nichtgymnasiale Schularten) und 1 (Gymnasium); Fachfremd: 0 (Lehrbefähigung im Fach vorhanden) und 1 (keine Lehrbefähigung im Fach vorhanden); Quereinstieg: 0 (Lehramtsstudium vorhanden) und 1 (kein Lehramtsstudium vorhanden); Geschlecht der Lehrkraft: 0 (Männer) und 1 (Frauen). Die Kompetenzen auf der Individual- und Klassenebene werden mit den Gewichten der jeweiligen Ebene geschätzt. *b* = Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; *R*² = Bestimmtheitsmaß.

Fett gedruckte Regressionskoeffizienten sind statistisch signifikant ($p < .05$).

¹ *N*_{Jugendliche} = 18 186, *N*_{Lehrkräfte} = 1 711; ² *N*_{Jugendliche} = 13 449, *N*_{Lehrkräfte} = 1 148; ³ *N*_{Jugendliche} = 14 567, *N*_{Lehrkräfte} = 1 288;

⁴ *N*_{Jugendliche} = 14 406, *N*_{Lehrkräfte} = 1 270.

Im zweiten Analyseschritt wurden die Mehrebenenmodelle um Merkmale der Klassenkomposition ergänzt, um Unterschiede in der Schülerschaft der unterrichteten Klassen zu berücksichtigen. Es handelt sich hier um die gemittelten Klassenwerte für die Variablen Geschlecht, Familiensprache, sozioökonomischer Status und kognitive Grundfähigkeiten. Die in Tabelle 12.9 dargestellten Ergebnisse machen deutlich, dass nach Kontrolle der Klassenkomposition nur noch für den fachfremden Unterricht in Mathematik ein statistisch signifikanter negativer Zusammenhang mit den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler besteht. In Klassen, in denen der Mathematikunterricht fachfremd erteilt wird, erreichen Schülerinnen und Schüler unter Berücksichtigung aller an-

Tabelle 12.9: Ergebnisse der Mehrebenenanalysen zur Vorhersage der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern anhand von Merkmalen der Lehrkraft und der Schülerinnen und Schüler (Individual- und Klassenebene)

Modellelemente	Mathematik (Globalskala) ¹		Biologie Fachwissen ²		Chemie Fachwissen ³		Physik Fachwissen ⁴	
	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)
Ordinatenabschnitt	502	(3.5)	477	(4.7)	491	(4.3)	501	(4.6)
Individualebene								
Geschlecht	-18	(1.3)	14	(2.0)	1	(1.9)	-8	(1.8)
Familiensprache	-16	(1.6)	-22	(2.6)	-24	(2.4)	-21	(2.3)
Sozioökonomischer Status (HISEI)	5	(0.8)	6	(1.1)	4	(1.0)	4	(1.0)
Kognitive Grundfähigkeit	35	(0.8)	26	(1.2)	26	(1.1)	30	(1.0)
Klassenebene								
Schulart	44	(2.8)	50	(3.7)	40	(3.4)	37	(3.7)
Qualifikation								
Fachfremd	-7	(3.1)	0	(6.0)	-5	(7.4)	1	(6.5)
Quereinstieg	-3	(3.7)	-2	(4.3)	-4	(3.1)	-4	(3.1)
aggregierte Schülermerkmale								
Geschlecht	13	(5.6)	26	(8.3)	23	(7.1)	21	(7.5)
Familiensprache	-25	(4.7)	-28	(6.0)	-27	(6.3)	-29	(6.6)
Sozioökonomischer Status (HISEI)	14	(2.7)	10	(3.4)	10	(3.3)	10	(3.5)
Kognitive Grundfähigkeit	37	(2.6)	30	(4.4)	40	(3.4)	37	(3.9)
Demografische Merkmale der Lehrkraft								
Alter	-2	(0.9)	-1	(1.2)	-1	(1.1)	-3	(1.1)
Geschlecht	-3	(1.8)	1	(2.6)	-1	(2.3)	-1	(2.4)
Varianzanteile								
<i>R</i> ² Individualebene	0.36	(0.0)	0.20	(0.0)	0.20	(0.0)	0.24	(0.0)
<i>R</i> ² Klassenebene	0.86	(0.0)	0.86	(0.0)	0.86	(0.0)	0.84	(0.0)

Anmerkungen. Geschlecht: 0 (Jungen) und 1 (Mädchen); Familiensprache: 0 (ausschließlich Deutsch) und 1 (auch andere Sprache als Deutsch); Sozioökonomischer Status: Highest International Socio-Economic Index of Occupational Status (Ganzeboom, 2010); kognitive Grundfähigkeit: figuraler Untertest zum schlussfolgernden Denken des Berliner Tests zur Erfassung fluider und kristalliner Intelligenz (Wilhelm, Schroeders & Schipolowski, 2014); Schulart: 0 (nichtgymnasiale Schularten) und 1 (Gymnasium); Fachfremd: 0 (Lehrbefähigung im Fach vorhanden) und 1 (keine Lehrbefähigung im Fach vorhanden); Quereinstieg: 0 (Lehramtsstudium vorhanden) und 1 (kein Lehramtsstudium vorhanden); Geschlecht der Lehrkraft: 0 (Männer) und 1 (Frauen). Die Kompetenzen auf der Individual- und Klassenebene werden mit den Gewichten der jeweiligen Ebene geschätzt. *b* = Regressionskoeffizient; *SE* = Standardfehler; *R*² = Bestimmtheitsmaß.

Fett gedruckte Regressionskoeffizienten sind statistisch signifikant ($p < .05$).

¹ *N*_{Jugendliche} = 18 186, *N*_{Lehrkräfte} = 1 711; ² *N*_{Jugendliche} = 13 449, *N*_{Lehrkräfte} = 1 148; ³ *N*_{Jugendliche} = 14 567, *N*_{Lehrkräfte} = 1 288;

⁴ *N*_{Jugendliche} = 14 406, *N*_{Lehrkräfte} = 1 270.

deren Merkmale im Modell 8 Punkte weniger im Kompetenztest als in Klassen, in denen Fachlehrkräfte unterrichten. Die in Tabelle 12.8 berichteten Effekte des Quereinstiegs sind nicht mehr signifikant und lassen sich somit darauf zurückführen, dass Quereinsteigende und regulär ausgebildete Lehrkräfte in unterschiedlich zusammengesetzten Klassen eingesetzt werden. Darüber hinaus machen die Ergebnisse deutlich, dass auch die Zusammensetzung der Schülerschaft systematisch mit den erreichten Lernerträgen zusammenhängt. Demnach werden in Klassen bessere Ergebnisse im Kompetenztest erreicht, wenn diese durch einen höheren Anteil an Mädchen, einen geringeren Anteil von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund, einen durchschnittlich höheren sozioökonomischen Status und durchschnittlich höhere kognitive Grundfähigkeiten gekennzeichnet sind.⁶

12.8 Zusammenfassung und Diskussion

In diesem Kapitel wurden die Fachlehrkräfte der am IQB-Bildungstrend teilnehmenden Schülerinnen und Schüler anhand von demografischen und professionsbezogenen Merkmalen beschrieben und Zusammenhänge von Merkmalen ihrer Qualifikation mit den von Schülerinnen und Schülern erreichten Kompetenzen untersucht. Dabei konzentrierten wir uns auf Lehrkräfte allgemeiner Schulen, um die Konsistenz zu früheren Studien des IQB zu gewährleisten.

Die Analysen weisen erneut auf deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Lehrerkollegien in den ost- und westdeutschen Ländern hin. In den ostdeutschen Flächenländern umfassen die Kollegien der Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräfte anteilig mehr Frauen und die Lehrkräfte sind im Durchschnitt deutlich älter als in den westdeutschen Ländern. Dieser Befund deckt sich mit dem im IQB-Ländervergleich 2012 festgestellten Ergebnismuster (Richter et al., 2013). In der Analyse von Veränderungen zwischen den Jahren 2012 bis 2018 fällt auf, dass das Durchschnittsalter der befragten Lehrkräfte in Deutschland insgesamt leicht gesunken ist. Allerdings ist diese Entwicklung auf die westdeutschen Länder beschränkt; sie zeigt sich nicht in den ostdeutschen Flächenländern, die sich gegenwärtig den Herausforderungen einer anstehenden Lehrerpensionierungswelle gegenübersehen.

Die Ergebnisse der Analysen zur Qualifikation der Lehrkräfte zeigen, dass sowohl im Fach Mathematik als auch in den drei naturwissenschaftlichen Fächern (und insbesondere in Chemie und Physik) substanzielle Anteile von Quereinsteigenden unterrichten. Hierbei handelt es sich nicht nur um Quereinsteigende, die vor kurzem eingestellt wurden, sondern auch um Personen, die bereits seit vielen Jahren im Schuldienst tätig sind. Auch wenn die Anzahl der Quereinsteigenden aktuell stark ansteigt, ist der Quereinstieg keine völlig neue Entwicklung, da auch in der Vergangenheit immer wieder Personen als Lehrkräfte eingestellt wurden, die kein reguläres Lehramtsstudium durchlaufen haben (Caspari, 2018).

Im Vergleich der Schularten wird deutlich, dass Quereinsteigende insbesondere an nichtgymnasialen Schulen unterrichten. Dies stimmt mit den Ergebnissen

6 Bei den Koeffizienten der auf Klassenebene aggregierten Schülermerkmale fällt für die Fächer Mathematik und Physik auf, dass das Vorzeichen für das Merkmal „Geschlecht“ in eine andere Richtung zeigt als auf der Individualebene. Während also Schülerinnen in diesen Fächern etwas geringere Kompetenzen erzielen als Schüler, scheint gleichzeitig (unter statistischer Kontrolle des Geschlechtereffekts auf der Individualebene) ein hoher Mädchenanteil in der Klasse den Kompetenzerwerb zu begünstigen.

für die sprachlichen Fächern in der Sekundarstufe I überein (Hoffmann & Richter, 2016). Im Unterschied zum IQB-Bildungstrend 2016 sind die höchsten Anteile an Quereinsteigenden jedoch nicht in den ostdeutschen Flächenländern, sondern in Berlin und Bremen (Mathematik und naturwissenschaftliche Fächer) sowie in Hamburg, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen (naturwissenschaftliche Fächer) zu finden. Diese Werte können mit aktuellen Angaben der KMK-Statistik zu neu eingestellten Quereinsteigenden abgeglichen werden (KMK, 2019). Demnach fanden im Schuljahr 2017/2018 in Mathematik die meisten Neueinstellungen von Quereinsteigenden in Berlin statt, wohingegen die Zahl in Bremen sehr gering war. Für die naturwissenschaftlichen Fächer weist die KMK-Statistik die höchsten Zahlen an Neueinstellungen von Quereinsteigenden für Berlin, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen aus. Für Bremen und Hamburg, für die in den Daten des IQB-Bildungstrends 2018 hohe Quereinsteigerquoten festzustellen sind, ist die Zahl der neu eingestellten Quereinsteigerinnen und Quereinsteiger hingegen sehr gering. Die Diskrepanz zwischen den Quoten der Quereinsteigenden im IQB-Bildungstrend 2018 und der KMK-Statistik lässt sich damit begründen, dass in letzterer nur die neu eingestellten Quereinsteigenden in den Jahren 2017/2018 berücksichtigt werden, während im IQB-Bildungstrend alle befragten Lehrkräfte ohne reguläre Lehramtsausbildung zu dieser Gruppe gezählt werden, unabhängig von ihrem Einstellungszeitpunkt. Abweichungen in den jeweiligen Länderwerten dürften also auf die jeweils unterschiedlichen Populationen zurückzuführen sein.

Die Ergebnisse zum fachfremden Unterricht zeigen, dass in allen untersuchten Fächern, vor allem aber im Fach Mathematik und im integrativen Fach Naturwissenschaften, Lehrkräfte ohne fachbezogene Lehrbefähigung unterrichten. Der Anteil fachfremd unterrichtender Lehrkräfte in Mathematik fällt im Jahr 2018 mit 12 Prozent ähnlich hoch aus wie im Jahr 2012 mit 14 Prozent. In den naturwissenschaftlichen Fächern sind die Anteile im Jahr 2018 hingegen mit 4 bis 6 Prozent deutlich geringer als im Jahr 2012 mit 10 bis 16 Prozent. Dies dürfte unter anderem auf die Klassifikation von Lehrkräften im integrativen Fach Naturwissenschaften zurückzuführen sein. Während die Lehrkräfte dieses Faches im Jahr 2012 noch den Fachlehrkräften in Biologie, Chemie und Physik zugeordnet waren, wurden sie im Jahr 2018 als separate Gruppe behandelt. Ferner wurde die fachliche Qualifikation aller Lehrkräfte sowohl im Fach Mathematik als auch in den naturwissenschaftlichen Fächern im IQB-Bildungstrend 2018 umfassender als im Jahr 2012 erfragt. Daher sind die Werte für beide Erhebungen nur eingeschränkt vergleichbar. Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse der aktuellen Erhebung, dass fachfremd erteilter Unterricht vor allem an nichtgymnasialen Schulen stattfindet und somit vor allem an Schulen, in denen Schülerinnen und Schüler über geringere Kompetenzen verfügen.

Die Ergebnisse der Analysen zum Fortbildungsverhalten verdeutlichen, dass eine große Mehrheit der Lehrkräfte innerhalb von zwei Schuljahren mindestens eine Fortbildung besucht und im Durchschnitt an 2,5 Veranstaltungen teilnimmt. Die Teilnahmequoten und die Anzahl besuchter Veranstaltungen sind in den Ländern besonders hoch, in denen Lehrkräfte verpflichtet sind, eine konkrete Zahl von Stunden innerhalb eines bestimmten Zeitraumes in Fortbildung zu investieren. Dies deutet darauf hin, dass solche spezifischen Verpflichtungen eine höhere Verbindlichkeit zur Teilnahme an Weiterbildungsangeboten schaffen und somit auch ein entsprechendes Teilnahmeverhalten nach sich ziehen. Für die Jahre 2012 und 2018 sind die durchschnittlichen Teilnahmequoten sowohl in

Deutschland insgesamt als auch innerhalb der Länder nahezu identisch (Richter et al., 2013).

Die Ergebnisse von Analysen zu den inhaltlichen Schwerpunkten der besuchten Fortbildungen weisen darauf hin, dass Lehrkräfte vor allem an Veranstaltungen zur Fachdidaktik, aber auch zu Unterrichtsmethoden, Curricula und Medien teilnehmen, wobei Lehrkräfte unterschiedlicher Schularten sowie Lehrkräfte mit und ohne reguläre Lehramtsausbildung spezifische Fortbildungsschwerpunkte berichten. Die in den Jahren 2012 und 2018 berichteten inhaltlichen Schwerpunkte sind sich insgesamt ähnlich (Richter et al., 2013).

Für den selbst eingeschätzten Fortbildungsbedarf zeigt sich, dass Lehrkräfte vor allem in solchen Bereichen einen erhöhten Bedarf berichten, in denen es um den Umgang mit leistungsbezogener oder zuwanderungsbezogener Heterogenität geht. Dies ist bei Lehrkräften nichtgymnasialer Schularten besonders deutlich ausgeprägt. Darüber hinaus ist festzustellen, dass Quereinsteigende in den meisten Themenbereichen einen höheren Fortbildungsbedarf angeben als regulär ausgebildete Lehrkräfte. In Ermangelung entsprechender Vergleichswerte aus dem Jahr 2012 können zur Einordnung dieser Befunde nur Angaben aus dem IQB-Bildungstrend 2015 herangezogen werden (Hoffmann & Richter, 2016). Dabei zeigt sich, dass Lehrkräfte in den sprachlichen Fächern einen Fortbildungsbedarf mit ähnlichen inhaltlichen Schwerpunkten berichteten. Unabhängig von den zu unterrichtenden Fächern scheinen sich Lehrkräfte der Sekundarstufe I also insbesondere mit Fragen der individuellen Förderung, der Förderung leistungsschwacher Schülerinnen und Schüler sowie mit dem Thema Inklusion auseinandersetzen zu wollen. Inwiefern die subjektiv berichteten Fortbildungsbedarfe mit dem Fortbildungsangebot in den Ländern zusammenhängen, lässt sich auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht prüfen.

Abschließend wurde untersucht, welche Zusammenhänge zwischen der Qualifikation der Lehrkräfte und den erreichten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler bestehen. Dabei sind nach Kontrolle der Klassenkomposition und individueller Hintergrundmerkmale der Schülerinnen und Schüler lediglich im Fach Mathematik schwächere Leistungen in fachfremd unterrichteten Klassen festzustellen. Klassen von Quereinsteigenden unterschieden sich sowohl in Mathematik als auch in den naturwissenschaftlichen Fächern nach Kontrolle der Klassenkomposition in den erreichten Kompetenzen nicht mehr signifikant von Klassen, die von grundständig ausgebildeten Lehrkräften unterrichtet wurden. Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass sich das absolvierte Lehramtsstudium nicht direkt auf die erreichten mittleren Kompetenzen in den Klassen niederschlägt. Bei der Interpretation dieses Befundes ist allerdings zu beachten, dass die fachliche Qualifikation der Quereinsteigenden in den Analysen nicht berücksichtigt werden konnte.⁷ Darüber hinaus blieb ebenfalls unberücksichtigt, wie lange die jeweilige Klasse von der Lehrkraft unterrichtet wurde.

Quereinsteigende, die den berufsbegleitenden Vorbereitungsdienst durchlaufen, benötigen fachliche Grundlagen in mindestens zwei Fächern, die zum Beispiel durch ein Zusatzstudium erworben werden können. Liegen diese fachlichen Kenntnisse vor, sollten sich Quereinsteigende in fachlicher Hinsicht kaum von regulär ausgebildeten Lehrkräften unterscheiden. In weiterführenden Untersuchungen wäre zu prüfen, inwiefern die fachliche Ausbildung der Quereinsteigerinnen und Quereinsteiger bedeutsam für den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler ist.

⁷ Dementsprechend konnte auch nicht berücksichtigt werden, ob Quereinsteigende in dem von ihnen studierten Fach oder in einem anderen Fach eingesetzt wurden.

In den Mehrebenenmodellen ohne Berücksichtigung der Klassenkomposition zeigen sich neben den Effekten des fachfremden Unterrichts für drei von vier Kompetenzbereichen auch geringe negative Effekte des Einsatzes von Quereinsteigenden. Dies könnte darauf hinweisen, dass sich Klassen von Quereinsteigenden und Klassen von regulär ausgebildeten Lehrkräften in ihrer Zusammensetzung unterscheiden und sich die negativen Effekte des Quereinstiegs unter anderem auf die differentielle Klassenzusammensetzung zurückführen lassen. Auch der verringerte Effekt des fachfremden Unterrichts in Mathematik deutet darauf hin, dass die Klassenzusammensetzung einen Teil dieses Effekts erklärt. Weiterführende Untersuchungen sollten der Frage nachgehen, welche Prozesse der Zuweisung fachfremder Lehrkräfte zu unterschiedlich zusammengesetzten Klassen zu Grunde liegen.

Insgesamt beschreiben die in diesem Kapitel dargestellten Ergebnisse, wie die Lehrerkollegien im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern zusammengesetzt sind und wie sie sich beruflich fortbilden. Die Ergebnisse unterstreichen erneut, welchen Herausforderungen das Schulsystem gegenübersteht. Hierzu gehört die Bewältigung des in den nächsten Jahren stattfindenden Generationenwechsels im Lehrerberuf, insbesondere in den ostdeutschen Flächenländern. Dabei werden Schulen auch zukünftig in hohem Maße auf Quereinsteigende und fachfremd Unterrichtende angewiesen sein, da ein Mangel an regulär ausgebildeten Lehrkräften besteht. Für die Weiterentwicklung des Schulsystems wird in den nächsten Jahren die Frage von zentraler Bedeutung sein, wie gut es gelingt, die neuen Lehrkräfte und insbesondere die Quereinsteigerinnen und Quereinsteiger in die Kollegien der Schulen zu integrieren und sie bei der Bewältigung ihrer beruflichen Aufgaben zu unterstützen. Wie sich diese Veränderungen auf die Unterrichtsqualität und die Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler auswirken, werden zukünftige Studien des IQB zeigen.

Literatur

- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A. et al. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180.
- Caspari, D. (2018). Zur Professionalisierung von Fremdsprachenlehrpersonen – Überlegungen im Kontext von Quer- und Seiteneinstieg. In E. Burwitz-Melzer, C. Riemer & L. Schmelter (Hrsg.), *Rolle und Professionalität von Fremdsprachenlehrpersonen. Arbeitspapiere der 38. Frühjahrskonferenz zur Erforschung des Fremdsprachenunterrichts* (S. 32–42). Tübingen: Narr.
- DVLfB (2018) = Deutscher Verein zur Förderung der Lehrerinnen- und Lehrerfortbildung e. V. (Hrsg.). (2018). *Recherchen für eine Bestandsaufnahme der Lehrkräftefortbildung in Deutschland: Ergebnisse des Projektes Qualitätsentwicklung in der Lehrkräftefortbildung* [Themenheft]. *forum Lehrerfortbildung*, 47.
- Ganzeboom, H. B. G. (2010). *A new international socio-economic index [ISEI] of occupational status for the International Standard Classification of Occupation 2008 [ISCO-08] constructed with data from the ISSP 2002–2007; with an analysis of quality of educational measurement in ISSP*. Vortrag auf der Annual Conference of International Social Survey Programme, Lissabon.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London, UK: Routledge.
- Helbig, M. & Nikolai, R. (2019). *Bekommen die sozial benachteiligten Schüler*innen die „besten“ Schulen? Eine explorative Studie über den Zusammenhang von Schulqualität und sozialer Zusammensetzung von Schulen am Beispiel Berlins*. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.

- Hoffmann, L. & Richter, D. (2016). Aspekte der Aus- und Fortbildung von Deutsch- und Englischlehrkräften im Ländervergleich. In P. Stanat, K. Böhme, S. Schipolowski & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2015. Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 481–501). Münster: Waxmann.
- Kleickmann, A. & Anders, Y. (2011). Lernen an der Universität. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 305–316). Münster: Waxmann.
- Klemm, K. & Zorn, D. (2018). *Lehrkräfte dringend gesucht*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- KMK (2000) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2000). *Aufgaben von Lehrerinnen und Lehrern heute – Fachleute für das Lernen. Gemeinsame Erklärung des Präsidenten der Kultusministerkonferenz und der Vorsitzenden der Bildungs- und Lehrergewerkschaften sowie ihrer Spitzenorganisationen Deutscher Gewerkschaftsbund DGB und DBB – Beamtenbund und Tarifunion*. Berlin: KMK.
- KMK (2012) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2012). *Ländergemeinsame Anforderungen für die Ausgestaltung des Vorbereitungsdienstes und die abschließende Staatsprüfung*. Berlin: KMK.
- KMK (2013) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2013). *Rahmenvereinbarung über die Ausbildung und Prüfung für übergreifende Lehrämter der Primarstufe und aller oder einzelner Schularten der Sekundarstufe I (Lehramtstyp 2). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 28.02.1997 i.d.F. vom 07.03.2013*. Berlin: KMK.
- KMK (2014) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2014). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004*. Berlin: KMK.
- KMK (2018a) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2018a). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i.d.F. vom 8.12.2008*. Berlin: KMK.
- KMK (2018b) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2018b). *Lehrereinstellungsbedarf und -angebot in der Bundesrepublik Deutschland 2018–2030: Zusammengefasste Modellrechnungen der Länder*. Berlin: KMK.
- KMK (2018c) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2018c). *Rahmenvereinbarung über die Ausbildung und Prüfung für ein Lehramt der Sekundarstufe II (allgemein bildende Fächer) oder für das Gymnasium (Lehramtstyp 4). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 28.02.1997 i.d.F. vom 13.09.2018*. Berlin: KMK.
- KMK (2018d) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2018d). *Rahmenvereinbarung über die Ausbildung und Prüfung für ein Lehramt der Sekundarstufe I (Lehramtstyp 3). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 28.02.1997 i.d.F. vom 13.09.2018*. Berlin: KMK.
- KMK (2019) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2019). *Einstellung von Lehrkräften 2018*. Berlin: KMK.
- Krauss, S., Baumert, J. & Blum, W. (2008). Secondary mathematics teachers' pedagogical content knowledge and content knowledge: validation of the COACTIV constructs. *ZDM*, 40, 873–892.
- Krauss, S., Blum, W., Brunner, M., Neubrand, M., Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematiklehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 135–161). Münster: Waxmann.
- Kunina-Habenicht, O., Schulze-Stocker, F., Kunter, M., Baumert, J., Leutner, D., Förster, D., Lohse-Bossenz, H. & Terhart, E. (2013). Die Bedeutung der Lerngelegenheiten im Lehramtsstudium und deren individuelle Nutzung für den Aufbau des bildungswissenschaftlichen Wissens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 59(1), 1–23.

- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F. (2014). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und Weiterbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zur Lehrerbildung* (S. 511–541). Münster: Waxmann.
- Oettinghaus, L., Lamprecht, J. & Korneck, F. (2014). Analyse der professionellen Kompetenz von Referendaren. In S. Bernhold (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht* (S. 135–137). Kiel: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik.
- Porsch, R. (2016). Fachfremd unterrichten in Deutschland: Definition – Verbreitung – Auswirkungen. *Die Deutsche Schule*, 108, 11–34.
- Raudenbush, S. W. & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical Linear Models. Applications and Data Analysis Methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Richter, D. (2016). Lehrerinnen und Lehrer lernen: Fort- und Weiterbildung im Lehrerberuf. In M. Rothland (Hrsg.), *Beruf Lehrer/Lehrerin. Ein Studienbuch* (S. 245–260). Stuttgart: UTB.
- Richter, D., Kuhl, P., Haag, N. & Pant, H. A. (2013). Aspekte der Aus- und Fortbildung von Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräften im Ländervergleich. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012* (S. 367–390). Münster: Waxmann.
- Richter, D., Kuhl, P., Reimers, H. & Pant, H. A. (2012). Aspekte der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften in der Primarstufe. In P. Stanat, H. A. Pant, K. Böhme & D. Richter (Hrsg.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik: Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (S. 237–250). Münster: Waxmann.
- Richter, D., Marx, A. & Zorn, D. (2018). *Lehrkräfte im Quereinstieg: sozial ungleich verteilt?* Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Weber, A., Gehrman, A. & Puderbach, R. (2016). Quer- und Seiteneinstieg in den Lehrerberuf – Schnelle Notlösung oder gleichwertige Alternative? Anmerkungen aus dem QUER-Projekt der TU Dresden. In B. Hermstein, N. Berkemeyer & V. Manitiis (Hrsg.), *Institutioneller Wandel im Bildungswesen. Facetten, Analysen und Kritik* (Institutionenforschung im Bildungsbereich, S. 251–273). Weinheim: Beltz Juventa.
- Wilhelm, O., Schroeders, U. & Schipolowski, S. (2014). *Berliner Test zur Erfassung fluider und kristalliner Intelligenz für die 8. bis 10. Jahrgangsstufe (BEFKI 8–10)*. Göttingen: Hogrefe.

Kapitel 13

Testdesign und Auswertung des IQB-Bildungstrends 2018: Technische Grundlagen

Benjamin Becker, Sebastian Weirich, Nicole Mahler und
Karoline A. Sachse

Anlage, Durchführung und Auswertung des IQB-Bildungstrends 2018 wurden bereits in Kapitel 3 im Überblick dargestellt. Diese Beschreibung wird im vorliegenden Kapitel vertieft, um die zentralen methodischen Aspekte der Durchführung und der statistischen Auswertung des IQB-Bildungstrends 2018 transparent zu machen. Das methodische Vorgehen orientierte sich einerseits an Methoden, die sich in den IQB-Ländervergleichsstudien 2009, 2011 und 2012 sowie in den IQB-Bildungstrends 2015 und 2016 bewährt haben (Hecht, Roppelt & Siegle, 2013; Sachse, Haag & Weirich, 2016; Weirich, Haag & Roppelt, 2012; Weirich, Haag & Sachse, 2017), und andererseits an internationalen Schulleistungsstudien, insbesondere an PISA (OECD, 2009). Im Folgenden wird beschrieben, wie diese Verfahren und Methoden im Rahmen des IQB-Bildungstrends 2018 konkret angewendet wurden.

13.1 Testdesign

Im IQB-Bildungstrend 2018 wurden Kompetenzen von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik im Jahr 2018 sowie für die Jahre 2012 und 2012 im Vergleich untersucht. Die Erfassung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler erfolgte mit Testaufgaben, die zentrale Bildungsstandards in den vier Fächern operationalisieren. Wie in Kapitel 3.1 erwähnt, wurde ein Großteil dieser Aufgaben bereits im Jahr 2012 eingesetzt, im Fach Mathematik kamen allerdings auch neu entwickelte Aufgaben zum Einsatz. Im Fach Mathematik erfassten die Aufgaben Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern zu den fünf inhaltsbezogenen Leitideen *Zahl*, *Messen*, *Raum und Form*, *funktionaler Zusammenhang* sowie *Daten und Zufall* (vgl. Kapitel 2.2). Die Ergebnisse zu den fünf Leitideen werden zudem zu einem Wert für die globale Mathematikkompetenz (*Globalskala*) zusammengefasst. In den naturwissenschaftlichen Fächern wurden in Biologie, Chemie und Physik jeweils die beiden Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* untersucht (siehe Kapitel 2.3).

Alle an der Erhebung teilnehmenden Schülerinnen und Schüler erhielten jeweils ein Testheft, das nur eine Teilmenge aller Aufgaben und Kompetenzbereiche beziehungsweise Leitideen umfasste. Ein solches Vorgehen – das auch als *Item Sampling* bezeichnet wird (Mislevy, Beaton, Kaplan & Sheehan, 1992; Mislevy, Johnson & Muraki, 1992) – ist in großangelegten Schulleistungsstudien üblich, um die untersuchten Kompetenzen möglichst breit zu erfassen. Dies erfordert den Einsatz einer großen Anzahl von Aufgaben, die in ihrer Gesamtheit nicht von jeder einzelnen Schülerin und jedem einzelnen Schüler innerhalb einer zumutbaren

Testzeit bearbeitet werden können. Damit die unterschiedlichen Teilmengen von Aufgaben bei der Auswertung dennoch auf einer gemeinsamen Skala abgebildet und die Leistungen verglichen werden können, wurden die Testhefte so gestaltet, dass verschiedene Hefte zum Teil dieselben Aufgaben enthielten. Auf diese Weise wurden die Aufgaben direkt innerhalb eines Testhefts oder indirekt über mehrere Testhefte hinweg miteinander verbunden (Verlinkung). Ein solches komplexes Testdesign, das auch aus mehreren Teildesigns bestehen kann, wird auch als *Multiple Matrix Sampling Design* bezeichnet (Gonzalez & Rutkowski, 2010).

Das Testdesign für den IQB-Bildungstrend 2018 setzte sich aus sechs verschiedenen Teildesigns zusammen. Sowohl für die Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf (SPF) als auch für die Schülerinnen und Schüler ohne SPF kamen jeweils drei Teildesigns zum Einsatz. In beiden Schülergruppen gab es ein Teildesign für das Fach Mathematik, ein Teildesign für die naturwissenschaftlichen Fächer und ein kombiniertes Teildesign, das Aufgaben aus allen vier Fächern umfasste.

Die Erstellung des Testdesigns für den IQB-Bildungstrend 2018 erfolgte in mehreren, aufeinander aufbauenden Schritten. Zunächst wurden Aufgaben zu Aufgabenblöcken gruppiert und diese dann wiederum zu Testheften zusammengestellt. Dieser Prozess wird im Folgenden näher erläutert.

13.1.1 Gruppierung der Aufgaben zu Aufgabenblöcken

Im ersten Schritt der Erstellung des Testdesigns wurden die einzelnen Aufgaben *Aufgabenblöcken* zugeordnet. Eine Aufgabe besteht aus einer oder mehreren Teilaufgaben, den sogenannten *Items*. Innerhalb der Schülergruppe ohne SPF und innerhalb der Schülergruppe mit SPF kam jedes Item nur in einem einzigen Aufgabenblock vor. Dieselben Aufgaben wurden jedoch sowohl bei der Schülergruppe ohne sowie bei der Schülergruppe mit SPF eingesetzt.

Jeder Aufgabenblock beinhaltete ausschließlich Aufgaben einer mathematischen Leitidee beziehungsweise eines naturwissenschaftlichen Fachs und Kompetenzbereichs. Eine Ausnahme bildete ein Aufgabenblock zu den Naturwissenschaften mit Aufgaben des Kompetenzbereichs *Fachwissen* in allen drei Fächern (Biologie, Chemie und Physik).

Die Aufgabenblöcke für Schülerinnen und Schüler mit SPF bestanden aus leichten Aufgaben, die aus der Gesamtmenge aller Aufgaben ausgewählt wurden. In Mathematik kamen zusätzlich weitere erprobte Aufgaben zum Einsatz, die mit dem Ziel entwickelt wurden, die Messgenauigkeit bei Schülerinnen und Schülern mit SPF weiter zu erhöhen (siehe Mahler, Kölm & Werner, 2019). Während außerdem Schülerinnen und Schüler ohne SPF 20 Minuten für die Bearbeitung der ihnen zugewiesenen Aufgabenblöcke erhielten, erhielten Schülerinnen und Schüler mit SPF 30 Minuten Zeit. Diese Anpassungen hatten sich bereits im IQB-Ländervergleich 2012 (Anpassung der Bearbeitungszeit) beziehungsweise im IQB-Bildungstrend 2016 (Einsatz speziell entwickelter Aufgaben) bewährt und wurden daher im IQB-Bildungstrend 2018 übernommen.

Im Fach Mathematik wurde ein Großteil der im Jahr 2012 bei Schülerinnen und Schülern ohne SPF eingesetzten Aufgabenblöcke im IQB-Bildungstrend 2018 übernommen. Bei wenigen Aufgabenblöcken waren hingegen Modifikationen erforderlich, um inhaltlich veraltete Aufgaben zu aktualisieren oder zu ersetzen. Für Schülerinnen und Schüler mit SPF wurden im Fach Mathematik ebenfalls die

im IQB-Ländervergleich 2012 eingesetzten Aufgaben psychometrisch evaluiert und je Leitidee ein neuer Aufgabenblock aus diesen Aufgaben erstellt. Zusätzlich wurden Aufgabenblöcke zusammengestellt, die die neuen und speziell für den Einsatz bei Schülerinnen und Schülern mit SPF entwickelten Aufgaben enthielten. In den naturwissenschaftlichen Fächern wurden die Aufgabenblöcke für Schülerinnen und Schüler ohne SPF unverändert aus dem IQB-Ländervergleich 2012 übernommen. Für Schülerinnen und Schüler mit SPF wurden die in den naturwissenschaftlichen Fächern eingesetzten Aufgaben anhand von Daten des IQB-Ländervergleichs 2012 psychometrisch evaluiert, um besonders geeignete Aufgaben auszuwählen und daraus einen Aufgabenblock pro Kompetenzbereich zum Einsatz im IQB-Bildungstrend 2018 zu bilden. Eine Übersicht über die Anzahl der eingesetzten Aufgabenblöcke pro Kompetenzbereich beziehungsweise Leitidee und die darin enthaltenen Aufgaben und Items findet sich in Tabelle 13.1.

Tabelle 13.1: Anzahl der im IQB-Bildungstrend 2018 eingesetzten Aufgabenblöcke, Aufgaben und Items

Eingesetzt bei	Fach	Kompetenzbereich	Anzahl Aufgabenblöcke	Anzahl Aufgaben	Anzahl Items
SuS ohne SPF	Mathematik	Zahl	9	68	110
		Messen	7	47	71
		Raum und Form	7	42	62
		Funktionaler Zusammenhang	9	46	83
		Daten und Zufall	9	44	82
	Biologie	Fachwissen	5	35	56
		Erkenntnisgewinnung	5	36	58
	Chemie	Fachwissen	5	42	63
		Erkenntnisgewinnung	5	32	67
	Physik	Fachwissen	5	43	66
		Erkenntnisgewinnung	5	36	64
		Biologie / Chemie / Physik	Fachwissen	1	12
SuS mit SPF	Mathematik	Zahl	3	32	58
		Messen	3	25	44
		Raum und Form	3	19	30
		Funktionaler Zusammenhang	3	14	17
		Daten und Zufall	3	20	40
	Biologie	Fachwissen	1	11	12
		Erkenntnisgewinnung	1	7	12
	Chemie	Fachwissen	1	13	13
		Erkenntnisgewinnung	1	8	14
	Physik	Fachwissen	1	11	14
		Erkenntnisgewinnung	1	10	13

Anmerkungen. SuS = Schülerinnen und Schüler; SPF = sonderpädagogischer Förderbedarf.

13.1.2 Zusammenstellung der Testhefte

Im zweiten Schritt wurden die Aufgabenblöcke zu Testheften zusammengestellt. Bei der Erstellung des Testdesigns für den IQB-Bildungstrend 2018 war zu berücksichtigen, dass (a) für die Trendschätzung eine größtmögliche Konsistenz der Aufgaben- und Blockpositionen mit dem Testdesign des IQB-Ländervergleichs 2012 gewährleistet werden sollte, (b) im Fach Mathematik eine größere Zahl an neuen Aufgaben integriert werden musste und (c), anders als im IQB-Ländervergleich 2012, auch für Schülerinnen und Schüler mit SPF eine direkte Verlinkung der mathematischen Kompetenzen mit den naturwissenschaftlichen Kompetenzen möglich sein sollte.

In den Teildesigns des IQB-Ländervergleichs 2012 wurden sogenannte *Youden Square Designs* (Hecht et al., 2013) umgesetzt. Ein solches Testdesign zeichnet sich dadurch aus, dass jeder Aufgabenblock an jeder möglichen Blockposition genau einmal auftritt und jeder Aufgabenblock mit jedem anderen Aufgabenblock in genau einem Testheft zusammen auftritt. Dieses Design ist jedoch nur unter bestimmten Bedingungen realisierbar und konnte im IQB-Bildungstrend 2018 nur für diejenigen Teildesigns übernommen werden, für die sich die Anzahl der Aufgabenblöcke im Vergleich zum IQB-Ländervergleich 2012 nicht änderte. In den übrigen Teildesigns wurde stattdessen ein teilweise balanciertes, unvollständiges Blockdesign verwendet, wie es beispielsweise auch in den IQB-Bildungstrends 2015 und 2016 (Sachse et al., 2016; Weirich et al., 2017) zur Anwendung kam (*Incomplete Block Design*; Frey, Hartig & Rupp, 2009). „Unvollständig“ bedeutet hier, dass nicht jeder Aufgabenblock einmal mit jedem anderen Aufgabenblock in einem Testheft gemeinsam auftritt, und somit manche Aufgabenblöcke nur indirekt miteinander verbunden sind. Als „balanciert“ gilt ein Design, wenn jeder Aufgabenblock an jeder Blockposition im Testdesign gleich häufig auftritt (Frey et al., 2009), sodass alle Aufgaben gleichermaßen von der im Testverlauf eventuell nachlassenden Motivation und Konzentration der Testteilnehmerinnen und Testteilnehmer betroffen sind. Dadurch können Itemparameter trotz möglicher Ermüdungseffekte unverzerrt geschätzt werden. Daher wurden alle Aufgabenblöcke bezüglich der Blockpositionen weitestgehend ausbalanciert.

Für Schülerinnen und Schüler ohne SPF kamen drei Teildesigns zum Einsatz: Im Teildesign Naturwissenschaften und im kombinierten Teildesign wurden sämtliche Testhefte in identischer Form aus dem IQB-Ländervergleich 2012 übernommen. Im Teildesign Mathematik wurden ebenfalls alle im IQB-Ländervergleich 2012 eingesetzten Testhefte übernommen. Diese bestehenden Testhefte wurden in diesem Teildesign durch zehn weitere Testhefte ergänzt, die die neuentwickelten Aufgabenblöcke für Schülerinnen und Schüler mit SPF und weitere Mathematik-Blöcke enthielten. Dieses Vorgehen gewährleistete, dass sämtliche Items sowohl von Schülerinnen und Schülern mit als auch von Schülerinnen und Schülern ohne SPF bearbeitet wurden und ermöglichte somit eine stabile Verlinkung der beiden Schülergruppen.

Die Testhefte für Schülerinnen und Schüler mit SPF wurden im Vergleich zum Jahr 2012 hingegen vollständig überarbeitet, um eine Verlinkung der Fächer innerhalb der Gruppe der Schülerinnen und Schüler mit SPF zu gewährleisten und die neu entwickelten Mathematik-Blöcke zu integrieren. Somit gab es auch für die Schülerinnen und Schüler mit SPF drei Teildesigns, jeweils ein Teildesign für das Fach Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächern sowie ein kombi-

niertes Teildesign. Eine Übersicht über die Anzahl der pro Teildesign eingesetzten Testhefte findet sich in Tabelle 13.2. Eine beispielhafte Darstellung eingesetzter Testhefte pro Teildesign findet sich in Tabelle 13.3.

Tabelle 13.2: Anzahl der Testhefte je Teildesign im IQB-Bildungstrend 2018

Teildesign	Eingesetzt bei	Fach	Anzahl Aufgabenblöcke je Testheft	Anzahl Testhefte
1. Teildesign	SuS ohne SPF	Mathematik	6 à 20 Minuten	41
2. Teildesign	SuS ohne SPF	Naturwissenschaften	6 à 20 Minuten	31
3. Teildesign	SuS ohne SPF	Mathematik und Naturwissenschaften	6 à 20 Minuten	8
4. Teildesign	SuS mit SPF	Mathematik	4 à 30 Minuten	7
5. Teildesign	SuS mit SPF	Naturwissenschaften	4 à 30 Minuten	3
6. Teildesign	SuS mit SPF	Mathematik und Naturwissenschaften	4 à 30 Minuten	6

Anmerkungen. SuS = Schülerinnen und Schüler; SPF = sonderpädagogischer Förderbedarf.

Tabelle 13.3: Ausschnitt aus den sechs im IQB-Bildungstrend 2018 verwendeten Teildesigns

Teildesign	20 min	20 min	20 min	15 min	20 min	20 min	20 min
1. Teildesign	MatFZ1 MatRF1 MatFZ1	MatDZ1 MatRF2 MatRFF1	MatDZ2 MatFZ1 MatDZ3		MatZA1 MatFZ2 MatFZ3	MatZA2 MatDZ3 MatDZF1	MatME1 MatZA3 MatZA1
2. Teildesign	BioFW1 BioEG1 CheEG5	PhyFW1 PhyEG4 BioEG2	PhyEG2 PhyFW2 BioFW5		PhyFW4 BioFW2 BioEG5	BioFW2 BioEG5 CheEG3	CheEG3 CheFW5 PhyFW5
3. Teildesign	MatZA1 PhyFW4 MatRF2	MatRF1 BioFW5 MatFZ1	MatFZ4 CheFW5 MatDZ3		BioFW4 MatDZ2 BioEG2	CheFW4 MatZA2 CheEG1	PhyFW1 MatRF3 PhyEG3
4. Teildesign		MatZAFL MatRFFL MatDZFL	MatMEFL MatDZFL MatZAF1			MatRFF1 MatFZFL MatMEF2	MatFZF1 MatMEF1 MatRFF1
5. Teildesign		BioEGF CheEGF PhyEGF	CheFWF BioFWF PhyFWF			BioFWF PhyFWF CheFWF	PhyEGF BioEGF CheEGF
6. Teildesign		BioFWF MatDZFL CheFWF	BioEGF MatRFF1 CheEGF			MatFZF1 BioEGF Ma1F4	MatDZF2 BioFWF Ma2FL

Anmerkungen. Mat = Mathematik; Bio = Biologie; Che = Chemie; Phy = Physik; ZA = Zahl; ME = Messen; RF = Raum und Form; FZ = Funktionaler Zusammenhang; DZ = Daten und Zufall; FW = Fachwissen; EG = Erkenntnisgewinnung. Blöcke, die nach dem Kürzel für den Kompetenzbereich ein F tragen, wurden speziell für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf erstellt.

13.1.3 Verteilung der Testhefte auf die Schülerinnen und Schüler

Die Testhefte aller Teildesigns wurden zufällig auf Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Zielgruppe (ohne SPF einerseits und mit SPF andererseits) verteilt. Die Zuweisung der Testhefte erfolgte jeweils so, dass jedes einzelne Testheft innerhalb eines Teildesigns von ungefähr gleich vielen Schülerinnen und Schülern bearbeitet wurde.

13.2 Skalierung der Kompetenztests

Die Aufgaben der Kompetenztests wurden fächerweise und kompetenzbereichsspezifisch entwickelt. Bei Konstrukten, wie den im IQB-Bildungstrend 2018 erfassten Kompetenzen, handelt es sich um *latente*, also nicht direkt beobachtbare Variablen. Daher wurden zur Schätzung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Domänen statistische Verfahren zur Modellierung latenter Variablen genutzt. Die verwendeten Modelle werden im Folgenden näher beschrieben.

13.2.1 Das statistische Modell

Das zur Skalierung der Kompetenzdaten verwendete statistische Modell mit latenten Variablen basiert auf der probabilistischen Testtheorie beziehungsweise der *Item Response Theory* (IRT; Embretson & Reise, 2000; Hambleton, Swaminathan & Rogers, 1991). Im Rahmen der IRT wurden Modelle entwickelt, mit denen eine funktionale Beziehung zwischen mindestens einer latenten Variablen (z. B. der Kompetenz im Bereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie) und einer manifesten kategorialen Variablen (z. B. Item gelöst / Item nicht gelöst) formalisiert wird. Es wird angenommen, dass die Kompetenz nicht direkt beobachtbar ist und nur indirekt über die Schülerantworten auf die Aufgaben im Kompetenztest erschlossen werden kann. Mit Hilfe des Modells werden Annahmen über den Zusammenhang zwischen der Kompetenz und der Wahrscheinlichkeit einer richtigen Itemantwort getroffen. Demnach ist die Wahrscheinlichkeit, ein bestimmtes Item zu lösen, umso größer, je höher die vorhandene Kompetenz ist.

In den IQB-Ländervergleichsstudien (Hecht et al., 2013; Weirich et al., 2012) sowie im IQB-Bildungstrend 2015 (Sachse et al., 2016) wurde hierfür das Rasch-Modell (Adams & Wu, 2007) verwendet, das restriktivste Modell aus der Familie der IRT-Modelle. Im IQB-Bildungstrend 2016 (Weirich et al., 2017) hingegen wurde ein restringiertes *zweiparametrisches* IRT-Modell (2PL-Modell) eingesetzt. Dieses wurde so parametrisiert, dass es dem Rasch-Modell möglichst ähnlich ist.

Das 2PL- oder Birnbaum-Modell (Birnbaum, 1968) stellt eine Erweiterung des Rasch-Modells dar und erlaubt es, unterschiedliche (also von 1 abweichende) Trennschärfen für einzelne Items oder Itemgruppen zu modellieren. Die Grundgleichung des 2PL-Modells für dichotome Daten modelliert die Wahrscheinlichkeit $P(X_{ik} = 1)$, mit der eine Schülerin oder ein Schüler k mit Kompetenz θ_k ein bestimmtes Item i mit der Schwierigkeit β_i und der Trennschärfe α_i korrekt lösen kann:

$$P(X_{ik} = 1) = \frac{e^{\alpha_i(\theta_k - \beta_i)}}{1 + e^{\alpha_i(\theta_k - \beta_i)}}$$

Setzt man in der oben stehenden Gleichung α_i für jedes Item auf den festen Wert 1, entspricht die Gleichung der des Rasch-Modells. X_{ik} ist eine Zufallsvariable, deren Realisation die konkret beobachtete Itemantwort bezeichnet (0 im Falle einer Falschantwort und 1 im Falle einer Richtigtantwort). Die Itemschwierigkeiten β_i und Personenfähigkeiten θ_k liegen auf einer kontinuierlichen Skala, die einen nach oben und nach unten unbegrenzten Wertebereich aufweist und deren Nullpunkt zunächst unbestimmt ist. Sie wird als Logit-Skala bezeichnet. Dasselbe gilt (theoretisch) auch für die Trennschärfen α_i , wobei Werte nahe Null oder kleiner als Null unplausibel und zumeist auf Fehler bei der Kodierung der Itemantworten zurückzuführen sind.

Im IQB-Bildungstrend 2016 wurde ein restringiertes 2PL-Modell eingesetzt, da sich die Trennschärfen von Items, die spezifisch für Schülerinnen und Schüler mit SPF entwickelt worden waren, systematisch von den Trennschärfen der Items unterschieden, die für Schülerinnen und Schüler ohne SPF entwickelt worden waren. Auch im IQB-Bildungstrend 2018 wurde überprüft, ob sich die bei Schülerinnen und Schülern mit SPF eingesetzten Items und die bei Schülerinnen und Schülern ohne SPF eingesetzten Items systematisch in ihren Trennschärfen unterscheiden. Für die naturwissenschaftlichen Fächer waren keine Unterschiede in den Trennschärfen festzustellen, sodass das im IQB-Ländervergleich 2012 eingesetzte Rasch-Modell weiterhin verwendet werden konnte.

Im Fach Mathematik zeigte sich hingegen, dass sich die bei Schülerinnen und Schülern mit SPF eingesetzten Items – sowohl die neu entwickelten als auch die bereits im Jahr 2012 eingesetzten – in ihren Trennschärfen von den für Schülerinnen und Schüler ohne SPF entwickelten Items unterschieden, also nicht Rasch-homogen waren.¹ Um verzerrte Varianz- und Differenzschätzungen zu vermeiden, wurde daher im IQB-Bildungstrend 2018 in Mathematik sowohl für die Globalskala als auch für die einzelnen Leitideen ein restringiertes 2PL-Modell verwendet und eine von 1 abweichende Trennschärfe für diejenigen Items zugelassen, die (a) für Schülerinnen und Schüler mit SPF neu entwickelt wurden und (b) bereits im Jahr 2012 bei Schülerinnen und Schülern mit SPF eingesetzt worden waren.

Zwischen den im IQB-Bildungstrend 2018 und im IQB-Ländervergleich 2012 verwendeten Skalierungsmodellen für das Fach Mathematik bestanden folglich Unterschiede. Um dennoch valide Trendaussagen treffen zu können, wurde im IQB-Bildungstrend 2018 kein freies (unrestringiertes) 2PL-Modell verwendet, bei dem für jedes einzelne Item sowohl ein Schwierigkeits- als auch ein Trennschärfeparameter geschätzt wird. Stattdessen wurde ein restringiertes 2PL-Modell spezifiziert, bei dem die Trennschärfen sämtlicher Items aus dem Design für Schülerinnen und Schüler ohne SPF auf den Wert 1 fixiert waren. Für die neu entwickelten SPF-Items und die SPF-Items aus dem IQB-Ländervergleich 2012 wurde hingegen jeweils ein abweichender Trennschärfeparameter zugelassen, der gemäß der Modellspezifikation über alle Items derselben Itemgruppe innerhalb der Globalskala beziehungsweise innerhalb der jeweiligen Leitidee identisch war.

1 Für die Daten des IQB-Bildungstrends 2018 lag die Trennschärfe der neu entwickelten SPF-Items im Fach Mathematik (*Globalskala*) im Mittel bei 1.08 statt bei 1.00, während die Trennschärfe der aus dem IQB-Ländervergleich 2012 übernommenen SPF-Items bei 1.12 lag.

13.2.2 Parameterschätzung

Für die naturwissenschaftlichen Fächer wurde, ebenso wie im IQB-Ländervergleich 2012, die Software ConQuest 2.0 (Wu, Adams, Wilson & Haldane, 2007) verwendet. Das Programm erlaubt jedoch keine Schätzung restringierter 2PL-Modelle, sodass zur Bestimmung der Modellparameter für das Fach Mathematik das Paket TAM (Robitzsch, Kiefer & Wu, 2019) des Statistikprogramms R (R Core Team, 2019) verwendet wurde. In beiden Softwarepaketen ist die Schätzmethode *Marginal Maximum Likelihood* (MML) implementiert. Bei der MML-Schätzung wird in der Regel eine Verteilungsannahme für die Personenfähigkeiten getroffen, üblicherweise die Normalverteilungsannahme. Im IQB-Bildungstrend 2018 erfolgte die Parameterschätzung, wie in internationalen Schulleistungsstudien üblich, in einem zweischrittigen Verfahren: Zunächst wurden die Itemschwierigkeiten geschätzt (Kalibrierung der Items) und anschließend wurden die Schülerinnen und Schüler auf der gemeinsamen Schwierigkeits- und Kompetenzskala verortet (Schätzung der Personenparameter). Fehlende Werte, die durch Auslassen von Items im Testverlauf oder durch Nicht-Erreichen des Testheftendes auftraten, wurden in beiden Schritten und im Einklang mit den bisherigen IQB-Ländervergleichen und IQB-Bildungstrends als falsch gewertet.

Kalibrierung der Items

Unter der Kalibrierung von Items versteht man die Schätzung der Itemschwierigkeiten und gegebenenfalls der Trennschärfen. Hierfür wurde im IQB-Bildungstrend 2018 im Fach Mathematik für das Globalmodell und für jede Leitidee separat ein eindimensionales restringiertes 2PL-Modell spezifiziert. In den naturwissenschaftlichen Fächern wurde für jeden Kompetenzbereich ein separates eindimensionales Rasch-Modell spezifiziert. Da sich die Zielgruppen der verschiedenen Teildesigns systematisch in ihrer mittleren Kompetenz unterscheiden und zugleich die Verteilung der Aufgaben und Testitems nicht zufällig oder gleichverteilt auf die Testhefte der jeweiligen Teildesigns erfolgte, musste bei Verwendung der MML-Schätzmethode bereits für die Kalibrierung ein Hintergrundmodell spezifiziert werden, um Verzerrungen zu vermeiden (DeMars, 2002). Ein Hintergrundmodell oder auch Populationsmodell beinhaltet in der Regel Informationen über Fähigkeitsunterschiede zwischen Gruppen in der Population. Mögliche Verzerrungen in der Itemparameterschätzung können dadurch vermieden werden, dass bei der Schätzung berücksichtigt wird, zu welchem Teildesign (vgl. Tab. 13.2) das entsprechende Testheft gehört (DeMars, 2002; von Davier, Gonzalez & Mislevy, 2009). Die so gewonnenen Itemparameterschätzungen bilden die Basis für die weiteren Auswertungsschritte, insbesondere für die Verlinkung mit dem IQB-Ländervergleich 2012 (siehe Abschnitt 13.3).

Obwohl für einen Großteil der Items die psychometrische Güte bereits in vorhergehenden Studien erprobt werden konnte, wurden sämtliche Items nach der Kalibrierung nochmals auf ihre psychometrische Güte geprüft. Dabei wurden die Kriterien Itemschwierigkeit, Trennschärfe und Modellpassung herangezogen. Die Prüfung erfolgte separat für jedes Teildesign. So wurde beispielsweise ein für die Gruppe der Schülerinnen und Schüler mit SPF entwickeltes Item, das in der Gruppe der Schülerinnen und Schüler ohne SPF eine schlechte Passung zum jeweiligen Modell aufwies, für diese Gruppe aus der Analyse ausgeschlossen. Die Anzahl der so ausgeschlossenen Items umfasst in den naturwissenschaftlichen

Fächern maximal vier Items pro Kompetenzbereich, in Mathematik insgesamt 34 Items und maximal neun Items pro Leitidee.

Schätzung der Personenparameter

Zur Schätzung der Personenparameter stehen in der IRT mehrere Verfahren zur Verfügung. Ziel ist es, die Kompetenzwerte der Personen ohne systematische Verzerrungen mit der größtmöglichen Genauigkeit zu schätzen. Wie in Studien im Bereich des Systemmonitorings üblich, ist dabei nicht die Genauigkeit individueller Kompetenzwerte, sondern die Genauigkeit aggregierter Statistiken auf Gruppenebene entscheidend, wie zum Beispiel Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtpopulation oder von Teilpopulationen. Schätzungen der Personenparameter, die auf Individualebene große Genauigkeit erreichen (zum Beispiel Weighted Likelihood Estimates = WLE; Warm, 1989), führen mitunter zu verzerrten Schätzungen auf Gruppenebene. In großen Schulleistungsstudien hat sich deshalb der auf dem Prinzip der Multiplen Imputation (Rubin, 1987; Schafer & Graham, 2002) beruhende *Plausible Values*-Ansatz bewährt, der zu erwartungstreuen Lage- und Dispersionsparameterschätzungen auf Gruppenebene führt (Mislevy, Beaton et al., 1992; von Davier et al., 2009). Anstelle eines einzelnen Kompetenzwertes wird hierbei für jede Person eine individuelle Wahrscheinlichkeitsverteilung ihrer Kompetenz modelliert und es werden deren Lage- sowie Streuungsparameter geschätzt. Anschließend werden für jede Person aus dieser individuellen Verteilung zufällig mehrere „plausible Werte“ (Plausible Values) gezogen. Damit die Verteilung der Plausible Values möglichst genau die tatsächliche Verteilung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler repräsentiert, muss in der Regel auch bei diesem Verfahren ein Hintergrundmodell spezifiziert werden, das Annahmen über die Populationsverteilung beinhaltet. Dabei gilt der Grundsatz, dass alle Variablen, über deren Zusammenhang mit den Kompetenzwerten in späteren Analysen Aussagen getroffen werden sollen, bereits bei der Plausible-Value-Ziehung im Hintergrundmodell zu berücksichtigen sind (z. B. Frey, Carstensen, Walter, Rönnebeck & Gomolka, 2008).

Die Daten, die in das Hintergrundmodell im IQB-Bildungstrend 2018 eingingen, beruhen einerseits auf Angaben der statistischen Landesämter (z. B. Schulart) und Schulen sowie andererseits auf Angaben in den Schüler- und Elternfragebögen. Bei der Erfassung von Hintergrunddaten über Fragebögen kommt es unvermeidlich zu fehlenden Werten. In einigen Fällen fehlen die Angaben nicht zufällig, sondern bestimmte Personengruppen tendieren eher dazu, bestimmte Angaben auszulassen als andere. In solchen Fällen sollten zur Behandlung der fehlenden Werte statistische Verfahren verwendet werden, mit denen der Mechanismus modelliert werden kann, der für das Zustandekommen der fehlenden Werte verantwortlich ist (Lüdtke, Robitzsch, Trautwein & Köller, 2007). Hierzu eignen sich insbesondere imputationsbasierte Verfahren, in denen fehlende Werte ersetzt (*imputiert*) werden. Wie in den IQB-Bildungstrends 2015 und 2016 (Sachse et al., 2016; Weirich et al., 2017) wurde auch im IQB-Bildungstrend 2018 zur Imputation der Hintergrunddaten das Verfahren *Multivariate Imputation by Chained Equations* verwendet, das im Paket mice (van Buuren, 2007; van Buuren & Groothuis-Oudshoorn, 2011) für die Statistiksoftware R (R Core Team, 2019) implementiert ist. Bei diesem Verfahren werden die fehlenden Werte einer Variable anhand der vorhandenen Informationen aller anderen Variablen geschätzt. Für jedes Land erfolgte die Imputation separat in einem Modell, in das

unter anderem folgende Hintergrundmerkmale einbezogen wurden: Geschlecht, Schulart, Noten, Vorliegen eines sonderpädagogischen Förderbedarfs, familiäre Herkunftsmerkmale (u. a. Zuwanderungshintergrund, sozioökonomischer Hintergrund und Familiensprache), motivationale Merkmale (u. a. fachspezifisches Selbstkonzept und Interesse), Merkmale der Unterrichtsqualität, Maße für sprachliche Fähigkeiten und kognitive Grundfähigkeiten sowie die Klassenmittelwerte ausgewählter Variablen. Neben diesen Hintergrundmerkmalen wurden das Teildesign, die Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler in Form von WLEs sowie die Klassenmittelwerte dieser Kompetenzwerte in die Imputation einbezogen, um ihre Zusammenhänge mit den Hintergrundvariablen zu berücksichtigen. Da es zwischen Ländern unterschiedliche Zusammenhänge zwischen den Hintergrundvariablen geben kann, erfolgte die Erstellung des Hintergrundmodells und die Ziehung der Plausible Values separat für jedes Land.

Diese Schritte erfolgten seinerzeit auch für die Plausible-Value-Ziehung im IQB-Ländervergleich 2012 (Hecht et al., 2013). Für die Analysen im Berichtband zum IQB-Ländervergleich 2012 wurde jedoch fast ausschließlich auf die nicht imputierten Werte für die Hintergrundvariablen zurückgegriffen, während im IQB-Bildungstrend 2018 – analog zu den IQB-Bildungstrendstudien 2015 und 2016 – die imputierten Werte der Hintergrundvariablen auch für die im Bericht dargestellten Analysen verwendet wurden. Um die Vergleichbarkeit der Datengrundlage für die Trendanalysen zu gewährleisten, wurden daher für die Daten des IQB-Ländervergleichs 2012 fehlende Werte neu imputiert, um auch jene Variablen zu berücksichtigen, die im Jahr 2012 noch nicht in das Imputationsmodell aufgenommen worden waren. Die Trendanalysen erfolgten anschließend unter Einbezug imputierter Werte für beide Erhebungszeitpunkte. Dadurch kann es zu geringfügigen Abweichungen zwischen den im Berichtband zum IQB-Ländervergleich 2012 berichteten Werten und den im IQB-Bildungstrend 2018 dargestellten Ergebnissen für das Jahr 2012 kommen.

Durch das Aufnehmen einer großen Zahl an Hintergrundvariablen kann es dazu kommen, dass einige dieser Variablen große Abhängigkeiten untereinander aufweisen (Multikollinearität). Werden solche Variablen bei der Ziehung der Plausible Values in das Hintergrundmodell aufgenommen, führt dies oftmals zu Schätzproblemen und unerwünschten Artefakten. Daher wurden die Einzelvariablen zunächst für jedes Land in einer Hauptkomponentenanalyse in zueinander unkorrelierte (orthogonale) Variablen überführt. Konkret wurden nach der Imputation so viele Hauptkomponenten extrahiert, dass 95 Prozent der Gesamtvarianz aller Hintergrundvariablen erklärt werden konnte. Die Anzahl der extrahierten Hauptkomponenten liegt im IQB-Bildungstrend 2018 je nach Land zwischen 64 und 74. Bei der länderweisen Ziehung der Plausible Values wurden diese Hauptkomponenten als Hintergrundmodell je nach Fach in der Software TAM oder der Software ConQuest spezifiziert. Um sicherzustellen, dass die länderweise gezogenen Plausible Values länderübergreifend auf derselben Metrik liegen, erfolgte eine Fixierung der Itemschwierigkeiten auf die mit dem Gesamtdatensatz geschätzten Itemparameter (siehe oben).

Zur Berücksichtigung der Korrelationsstruktur zwischen den Kompetenzbereichen wurde innerhalb der naturwissenschaftlichen Fächer in analoger Weise verfahren wie im IQB-Ländervergleich 2012 (Hecht et al., 2013). Die Bestimmung der Plausible Values erfolgte separat für jedes Land in einem sechsdimensionalen Modell für die beiden Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* der drei Fächer Biologie, Chemie und Physik unter Einbeziehung der für das jeweilige Land extrahierten Hauptkomponenten. Dabei

wurde jede Testaufgabe ausschließlich dem Kompetenzbereich zugeordnet, für dessen Messung sie konstruiert wurde. Diesem Vorgehen liegt die Annahme zugrunde, dass es sich bei den Kompetenzbereichen um klar trennbare, jedoch miteinander korrelierte Konstrukte handelt.

Im Fach Mathematik wurden die Plausible Values aus technischen Gründen für jedes Land und jede Leitidee separat in jeweils einem eindimensionalen Modell bestimmt, ohne die Korrelationsstruktur explizit zu modellieren. Dieses Vorgehen orientiert sich am Vorgehen des IQB-Ländervergleichs 2011 (Weirich et al., 2012) und weicht vom Vorgehen des IQB-Ländervergleichs 2012 in Mathematik ab. Grund für dieses Vorgehen anstelle eines fünfdimensionalen Modells mit allen Leitideen ist, dass es bei der Schätzung des fünfdimensionalen 2PL-Modells mithilfe von MML zu Konvergenzproblemen kam. Für die Globalskala im Fach Mathematik wurde ebenfalls ein eindimensionales Modell spezifiziert.

Um die Konsistenz der statistischen Modelle im Fach Mathematik und damit robuste Trendschätzungen zu gewährleisten, wurden die Item- und Personenparameter für die Leitideen für das Erhebungsjahr 2012 mit den Modellspezifikationen des IQB-Bildungstrends 2018 neu geschätzt. Für die Daten des Jahres 2012 erfolgte also eine Neuskalierung mithilfe eines restringierten 2PL-Modells (siehe Abschnitt 13.2.1), wobei Plausible Values für jede Leitidee und jedes Land separat gezogen wurden. Da die Kompetenzschätzung für die Globalskala in Mathematik zu beiden Zeitpunkten eindimensional erfolgte, war hierfür keine Anpassung notwendig.

13.2.3 Bestimmung der Transformationsvorschrift für die Berichtsmetrik

Durch die Verwendung von IRT-Modellen liegen die berechneten Kompetenzwerte zunächst auf der Logit-Skala vor. Da der Wertebereich der Logit-Skala die gesamten reellen Zahlen umfasst und negative Werte im Falle von Testergebnissen nicht intuitiv interpretierbar sind, wird in den großen Bildungsstudien in der Regel eine Transformation dieser Skala vorgenommen, wobei die inhaltliche Bedeutung der Kompetenzskalen unverändert bleibt. Für Mittelwert und Standardabweichung der Berichtsmetrik werden vorab festgelegte Werte für eine bestimmte Referenzpopulation definiert. Im IQB-Bildungstrend 2018 wurde dabei dieselbe Transformation wie im IQB-Ländervergleich 2012 gewählt, so dass in jedem Fach und Kompetenzbereich beziehungsweise jeder Leitidee in der Referenzpopulation des IQB-Ländervergleichs 2012 der Mittelwert bei 500 Punkten und die Standardabweichung bei 100 Punkten lag. Die Ergebnisse des IQB-Bildungstrends 2018 wurden auf dieser im Rahmen des IQB-Ländervergleichs 2012 definierten Metrik abgebildet.

13.3 Trendschätzung

Im Allgemeinen ist das Vorgehen zur Trendschätzung stark an das Vorgehen im IQB-Bildungstrend 2015 (Sachse et al., 2016) angelehnt. Die Datenstruktur des IQB-Bildungstrends 2018 in Verbindung mit dem IQB-Ländervergleich 2012 entspricht einem *Non-Equivalent Groups with Anchor Test Design* (Holland, 2007; Kolen & Brennan, 2014; von Davier, Carstensen & von Davier, 2008). Hierbei werden Personengruppen aus verschiedenen Populationen über ein Set gemeinsamer Items (Ankeritems) verbunden. Im IQB-Bildungstrend 2018 geht es dabei

um den Vergleich der Population der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Jahr 2012 mit der Population der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Jahr 2018. Die Ankeritems wurden in beiden Erhebungen in unveränderter Form vorgelegt und bilden die Grundlage einer gemeinsamen Metrik.

Die Trendschätzung selbst erfolgte in mehreren Schritten mithilfe eines Haberman-Linkings (Haberman, 2009), das für eine Verlinkung im Rahmen von 2PL-Modellen geeignet ist und bereits im IQB-Bildungstrend 2016 zum Einsatz kam (Weirich et al., 2017).

13.3.1 Differenzielles Itemfunktionieren

Obwohl die Ankeritems in den Erhebungsjahren 2012 und 2018 unverändert zum Einsatz kamen, ist nicht garantiert, dass ihre empirische Schwierigkeit zu beiden Testzeitpunkten konstant ist. Haben einzelne Ankeritems zum zweiten Testzeitpunkt eine (relativ zu den anderen Ankeritems) andere Schwierigkeit als zum ersten Testzeitpunkt, spricht man von *Differential Item Functioning* (DIF; Camilli, 1992; Penfield & Camilli, 2007; Sireci & Rios, 2013) beziehungsweise *Item Parameter Drift* (IPD; Miller & Fitzpatrick, 2009). IPD kann zu systematisch verzerrten Trendschätzungen führen und entsteht beispielsweise, wenn im Jahr 2018 eine Kohorte von Schülerinnen und Schülern mit bestimmten Inhalten, auf die sich ein Item bezieht, nicht mehr vertraut ist, die sechs Jahre zuvor noch weitgehend allgemein bekannt waren. Durch den Austausch inhaltlich veralteter Aufgaben im Fach Mathematik wurde versucht, IPD so weit wie möglich zu vermeiden. Im Einklang mit dem Vorgehen der IQB-Bildungstrends 2015 und 2016 (Sachse et al., 2016; Weirich et al., 2017) wurden Items, deren IPD dennoch über 0.64 Logits oder unter -0.64 Logits lag (was in Anlehnung an die Educational Testing Service-Klassifikation hohem DIF entspricht; siehe Penfield & Algina, 2006), von der Verlinkung ausgeschlossen, um potenzielle Verzerrungen der Trendschätzung zu vermeiden.

Tabelle 13.4 weist für jeden Kompetenzbereich und jede Leitidee die Anzahl der zur Verlinkung genutzten Items (Ankeritems) aus. Ebenfalls ist angegeben, wie viele Items je Kompetenzbereich aufgrund von IPD von der Verlinkung ausgeschlossen wurden. Nicht aufgeführt sind Items, die aufgrund ihrer psychometrischen Güte von den Analysen ausgeschlossen wurden (siehe Abschnitt 13.2.2).

Tabelle 13.4: Anzahl der Items, Ankeritems und Größe des Linkingfehlers je Fach und Kompetenzbereich auf der Berichtsmetrik

Fach	Kompetenzbereich	Anzahl Items gesamt	davon Ankeritems	davon mit IPD	Linking- fehler
Mathematik	Globalskala	417	256	10	0.83
	Zahl	108	56	1	1.94
	Messen	73	42	1	2.13
	Raum und Form	66	43	3	2.37
	Funktionaler Zusammenhang	87	68	2	1.22
	Daten und Zufall	83	47	2	1.97
Biologie	Fachwissen	59	58	2	1.22
	Erkenntnisgewinnung	57	57	0	1.73
Chemie	Fachwissen	63	63	1	1.52
	Erkenntnisgewinnung	66	65	0	1.62
Physik	Fachwissen	67	67	2	1.61
	Erkenntnisgewinnung	62	62	1	1.95

Anmerkung. IPD = Item Parameter Drift. Die Anzahl der tatsächlich zur Verlinkung genutzten Items entspricht der Anzahl der Ankeritems minus der Anzahl der Items mit IPD.

13.3.2 Quantifizierung der Unsicherheit der Trendschätzungen

Jede statistische Schätzung ist mit Unsicherheit verbunden, die verschiedene Ursachen haben kann. Für große Schulleistungsstudien spielen vor allem der Messfehler und der Stichprobenfehler eine zentrale Rolle. Da im IQB-Bildungstrend 2018 nicht nur Ergebnisse für das Jahr 2018, sondern auch Veränderungen der Ergebnisse im Vergleich zum IQB-Ländervergleich 2012 zu schätzen sind, muss darüber hinaus eine dritte mögliche Unsicherheitsquelle, nämlich der Linkingfehler, berücksichtigt werden.

Im IQB-Bildungstrend 2018 setzt sich der geschätzte Standardfehler $\hat{\sigma}_{\mu}$ für Kennwerte, die sich nur auf einen Zeitpunkt beziehen, aus geschätztem Mess- und Stichprobenfehler zusammen:

$$\hat{\sigma}_{\mu} = \sqrt{\hat{\sigma}_{\mu_{\text{meas}}}^2 + \hat{\sigma}_{\mu_{\text{samp}}}^2}.$$

Für zwei Messzeitpunkte existieren demzufolge zwei Standardfehler $\hat{\sigma}_{\mu_{2012}}$ und $\hat{\sigma}_{\mu_{2018}}$. Für den Standardfehler von Trendschätzungen der Kompetenzwerte $\hat{\sigma}_{\mu_{2018}-\mu_{2012}}$ wurden diese beiden Fehlerkomponenten und zusätzlich der Linkingfehler $\hat{\sigma}_{\mu_{2018}-\mu_{2012} \text{link}}$ berücksichtigt:

$$\hat{\sigma}_{\mu_{2018}-\mu_{2012}} = \sqrt{\hat{\sigma}_{\mu_{2012}}^2 + \hat{\sigma}_{\mu_{2018}}^2 + \hat{\sigma}_{\mu_{2018}-\mu_{2012} \text{link}}^2}$$

Eine ausführliche Beschreibung der unterschiedlichen Unsicherheitsquellen und deren Berücksichtigung in den Berechnungen kann dem technischen Kapitel im Berichtsband zum IQB-Bildungstrend 2015 (Sachse et al., 2016) entnommen werden.

Literatur

- Adams, R. J. & Wu, M. L. (2007). The mixed-coefficients multinomial logit model: A generalized form of the Rasch model. In M. Von Davier & C. H. Carstensen (Hrsg.), *Multivariate and mixture distribution Rasch models* (S. 57–75). New York, NY: Springer.
- Birnbaum, A. (1968). Some latent trait models and their use in inferring an examinee's ability. In F. M. Lord & M. R. Novick (Hrsg.), *Statistical theories of mental test scores* (S. 395–479). Reading, MA: Addison-Wesley.
- Camilli, G. (1992). A conceptual analysis of differential item functioning in terms of a multidimensional item response model. *Applied Psychological Measurement*, 16(2), 129–147.
- DeMars, C. E. (2002). Incomplete data and item parameter estimates under JMLE and MML estimation. *Applied Measurement in Education*, 15, 15–31.
- Embretson, S. E. & Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Frey, A., Carstensen, C. H., Walter, O., Rönnebeck, S. & Gomolka, J. (2008). Methodische Grundlagen des Ländervergleichs. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.), *PISA 2006 in Deutschland: Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich* (S. 375–397). Münster: Waxmann.
- Frey, A., Hartig, J. & Rupp, A. A. (2009). An NCME instructional module on booklet designs in large-scale assessments of student achievement: Theory and practice. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28(3), 39–53.
- Gonzalez, E. & Rutkowski, L. (2010). Principles of multiple matrix booklet designs and parameter recovery in large-scale assessments. *IEA-ETS Research Institute Monograph*, 3, 125–156.
- Haberman, S. J. (2009). *Linking parameter estimates derived from an item response model through separate calibrations*. Princeton, NJ: ETS.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H. & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory*. Newbury Park, CA: Sage.
- Hecht, M., Roppelt, A. & Siegle, T. (2013). Testdesign und Auswertung des Ländervergleichs. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 391–402). Münster: Waxmann.
- Holland, P. W. (2007). A framework and history for score linking. In N. J. Dorans, M. Pommerich & P. W. Holland (Hrsg.), *Linking and aligning scores and scales* (S. 5–30). New York, NY: Springer.
- Kolen, M. J. & Brennan, R. L. (2014). *Test equating, scaling, and linking: Methods and practices*. New York, NY: Springer.
- Lüdtke, O., Robitzsch, A., Trautwein, U. & Köller, O. (2007). Umgang mit fehlenden Werten in der psychologischen Forschung: Probleme und Lösungen. *Psychologische Rundschau*, 58, 103–117.
- Mahler, N., Kölm, J. & Werner, B. (im Druck). Entwicklung von Mathematiktestaufgaben für Schüler*innen mit einem sonderpädagogischen Förderbedarf im Lernen – Konzeption und erste Ergebnisse. In C. Gresch, P. Kuhl, M. Grosche, C. Sälzer & P. Stanat (Hrsg.), *Schüler*innen mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen: Einblicke und Entwicklungen*. Wiesbaden: Springer VS.
- Miller, G. E. & Fitzpatrick, S. J. (2009). Expected equating error resulting from incorrect handling of item parameter drift among the common items. *Educational and Psychological Measurement*, 69(3), 357–368.
- Mislevy, R. J., Beaton, A. E., Kaplan, B. & Sheehan, K. M. (1992). Estimating population characteristics from sparse matrix samples of item responses. *Journal of Educational Measurement*, 29, 133–161.
- Mislevy, R. J., Johnson, E. G. & Muraki, E. (1992). Scaling procedures in NAEP. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 17(2), 131–154.
- OECD (2009) = Organisation for Economic Co-operation and Development. (2009). *PISA 2006 Technical report*. Paris, France: OECD Publishing.
- OECD (2012) = Organisation for Economic Co-operation and Development. (2012). *PISA 2009 Technical report*. Paris, France: OECD Publishing.

- Penfield, R. D. & Algina, J. (2006). A generalized DIF effect variance estimator for measuring unsigned differential test functioning in mixed format tests. *Journal of Educational Measurement*, 43, 295–312.
- Penfield, R. D. & Camilli, G. (2007). Differential item functioning and item bias. In C. R. Rao & S. Sinharay (Hrsg.), *Handbook of Statistics* (S. 125–168). New York, NY: Elsevier.
- R Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 3.6.0). Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Robitzsch, A., Kiefer, T. & Wu, M. (2019). *TAM: Test analysis modules* (Version R package version 3.1–45).
- Rubin, D. B. (1987). *Multiple imputation for nonresponse in surveys*. New York: Wiley.
- Sachse, K., Haag, N. & Weirich, S. (2016). Testdesign und Auswertung des IQB-Bildungstrends 2015: Technische Grundlagen. In P. Stanat, K. Böhme, S. Schipolowski & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2015* (S. 509–526). Münster: Waxmann.
- Schafer, J. L. & Graham, J. W. (2002). Missing data: Our view of the state of the art. *Psychological Methods*, 7, 147–177.
- Sireci, S. G. & Rios, J. A. (2013). Decisions that make a difference in detecting differential item functioning. *Educational Research and Evaluation*, 19(2–3), 170–187.
- van Buuren, S. (2007). Multiple imputation of discrete and continuous data by fully conditional specification. *Statistical Methods in Medical Research*, 16, 219–242.
- van Buuren, S. & Groothuis-Oudshoorn, K. (2011). mice: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of Statistical Software*, 45(3), 1–67.
- von Davier, A., Carstensen, C. H. & von Davier, M. (2008). Linking competencies in horizontal, vertical, and longitudinal settings and measuring growth. In J. Hartig, E. Klieme & D. Leutner (Hrsg.), *Assessment of competencies in educational contexts* (S. 121–149). New York, NY: Hogrefe & Huber.
- von Davier, M., Gonzalez, E. & Mislevy, R. J. (2009). What are plausible values and why are they useful? *IERI Monograph Series: Issues and Methodologies in Large Scale Assessments*, 2, 9–36.
- Warm, T. A. (1989). Weighted likelihood estimation of ability in item response theory. *Psychometrika*, 54(3), 427–450.
- Weirich, S., Haag, N. & Roppelt, A. (2012). Testdesign und Auswertung des Ländervergleichs: Technische Grundlagen. In P. Stanat, H. A. Pant, K. Böhme & D. Richter (Hrsg.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik* (S. 277–290). Münster: Waxmann.
- Weirich, S., Haag, N. & Sachse, K. (2017). Testdesign und Auswertung des IQB-Bildungstrends 2016. In P. Stanat, S. Schipolowski, C. Rjosk, S. Weirich & N. Haag (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2016. Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich* (S. 355–368). Münster: Waxmann.
- Wu, M., Adams, R. J., Wilson, M. R. & Haldane, S. (2007). *ACER ConQuest 2.0 – Generalized item response modelling software*. Camberwell, UK: ACER.

Kapitel 14

Zusammenfassung und Einordnung der Befunde

Petra Stanat, Stefan Schipolowski, Nicole Mahler,
Sebastian Weirich und Sofie Henschel

Im IQB-Bildungstrend 2018 wurde sechs Jahre nach dem IQB-Ländervergleich 2012 zum zweiten Mal überprüft, inwieweit schulische Erträge im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik gegen Ende der Sekundarstufe I den mit den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK) länderübergreifend vereinbarten Kompetenzerwartungen entsprechen. Damit war es im Rahmen des vorliegenden Berichts erstmals möglich, nicht nur die von Schülerinnen und Schülern in der 9. Jahrgangsstufe im Jahr 2018 erreichten mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen zu beschreiben, sondern auch anhand von Trendanalysen zu prüfen, inwieweit sich die Ergebnismuster seit dem Jahr 2012 verändert haben. Durch die wiederholte Messung hat sich das Spektrum der möglichen Analysen und damit der Informationsgehalt der Ergebnisse deutlich erweitert.

Am IQB-Bildungstrend 2018 nahm eine für alle 16 Länder in der Bundesrepublik Deutschland repräsentative Stichprobe von fast 45.000 Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe teil. Die in den Erhebungen eingesetzten Testaufgaben wurden auf Basis der Bildungsstandards der KMK unter Federführung des IQB und in enger Zusammenarbeit mit Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern von Lehrkräften entwickelt. Im Fach Mathematik erfassten die Tests die fünf in den Bildungsstandards beschriebenen inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche (Leitideen) *Zahl, Messen, Raum und Form, Funktionaler Zusammenhang* sowie *Daten und Zufall*. Zusätzlich wurde eine Globalskala mathematischer Kompetenz gebildet, die alle Leitideen zusammenfasst. In den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik wurden im IQB-Bildungstrend 2018 jeweils Kompetenzen in den Bereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* untersucht.

Zur inhaltlichen Interpretation der von den Schülerinnen und Schülern erreichten Testleistungen dienen Kompetenzstufenmodelle, die vom IQB auf Basis der Bildungsstandards der KMK und einer Reihe von empirischen Studien entwickelt wurden. Anhand dieser Modelle lässt sich beschreiben, welche Anforderungen Schülerinnen und Schüler, die ein bestimmtes Testergebnis erzielt haben, bewältigen können. Ferner kann festgestellt werden, inwieweit die Kompetenzen der Jugendlichen im jeweiligen Fach und Kompetenzbereich den Zielen entsprechen, die mit den Bildungsstandards und Kompetenzstufenmodellen festgelegt sind.

Wie in allen IQB-Bildungstrends wurden die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler im vorliegenden Bericht unter drei Vergleichsperspektiven ausgewertet (vgl. auch Kapitel 1.1):

Unter einer *kriterialen Vergleichsperspektive* gingen die Analysen der Frage nach, wie sich die Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Jahr 2018 in den einzelnen Ländern auf die Stufen der in Kapitel 2 beschriebenen Kompetenz-

stufenmodelle verteilen. Dabei wurde vor allem untersucht, welche Anteile der Schülerinnen und Schüler bereits am Ende der 9. Jahrgangsstufe jeweils mindestens die Regelstandards für den Mittleren Schulabschluss (MSA) erreichen beziehungsweise die Mindeststandards für den MSA noch nicht erreichen. Darüber hinaus wurde für Schülerinnen und Schüler an Gymnasien auch das Erreichen der Optimalstandards für den MSA analysiert.

Unter einer *ipsativen Vergleichsperspektive* konnten im IQB-Bildungstrend 2018 erstmals für das Fach Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächer in der Sekundarstufe I auch Veränderungen über die Zeit beschrieben werden (Trends). Die Verknüpfung der ipsativen mit der kriterialen Perspektive erlaubt eine Aussage darüber, inwieweit sich die Verteilungen der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen in den einzelnen Ländern zwischen den Jahren 2012 und 2018 verändert haben, ob also zum Beispiel der Anteil der Jugendlichen, deren Kompetenzen den Anforderungen der Mindeststandards noch nicht entsprechen, reduziert und der Anteil der Jugendlichen, die mindestens die Regelstandards erreichen, erhöht werden konnte.

Zusätzlich ermöglicht die *soziale Vergleichsperspektive* in den Analysen des IQB-Bildungstrends 2018 zum Beispiel Aussagen darüber, in welchen Ländern der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die die Regelstandards erreichen, im Vergleich zu anderen Ländern besonders hoch oder besonders niedrig ist.

Ein weiterer Analyseschwerpunkt der Studien des IQB betrifft die Frage, inwieweit Unterschiede in den von Schülerinnen und Schülern erreichten Kompetenzen mit bestimmten Hintergrundmerkmalen zusammenhängen. Untersucht werden dabei Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen und Jungen (Geschlechterdisparitäten), Zusammenhänge zwischen Merkmalen der sozialen Herkunft und den erreichten Kompetenzen (soziale Disparitäten) sowie Kompetenzunterschiede zwischen Jugendlichen aus zugewanderten Familien und Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund (zuwanderungsbezogene Disparitäten). Auch wenn die Erwartung, dass ein Bildungssystem ungleiche Eingangsvoraussetzungen vollständig ausgleichen kann, unrealistisch ist, so gilt es doch als allgemein akzeptiertes bildungspolitisches Ziel, die mit den genannten Hintergrundmerkmalen der Schülerinnen und Schüler verbundenen Disparitäten so weit wie möglich zu reduzieren. Daher wurde sowohl für das Jahr 2018 als auch im Vergleich der Jahre 2012 und 2018 überprüft, inwieweit dies in den Ländern erreicht werden konnte.

Alle beschriebenen Analyseschwerpunkte zusammen – die Überprüfung des Erreichens von Bildungsstandards, die Prüfung von Veränderungen über die Zeit, die ländervergleichende Perspektive und der differenzierte Blick auf Teilgruppen der Schülerschaft – geben Bildungspolitik und Bildungsverwaltung einen Überblick über Stärken und Schwächen der 16 Bildungssysteme im Bereich der Sekundarstufe I. Die Trendschätzungen im IQB-Bildungstrend 2018 liefern zudem Anhaltspunkte dafür, inwieweit die Maßnahmen zur Qualitätsentwicklung, die in den letzten sechs Jahren in den Bildungssystemen der einzelnen Länder umgesetzt wurden, erfolgreich waren und wo weiterer Handlungsbedarf besteht.

Darüber hinaus nimmt der IQB-Bildungstrend 2018 einzelne Fragestellungen in den Blick, die neben *Ergebnissen* von Lehr-Lern-Prozessen auch zentrale *Bedingungen* dieser Prozesse betreffen. Den Ausgangspunkt der Analysen bildet die Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring (KMK, 2015), wonach Schulleistungsstudien auch zur Untersuchung praktischer Schlüsselfragen der Schul- und Unterrichtsentwicklung genutzt werden sollen. Im vorliegenden Band wurden drei relevante Aspekte genauer analysiert: motivatio-

nale Schülermerkmale im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern (Kapitel 10), Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik (Kapitel 11) sowie Aspekte der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern (Kapitel 12).

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der im Rahmen des IQB-Bildungstrends 2018 durchgeführten Analysen knapp zusammengefasst, wobei das Hauptaugenmerk auf den Befunden für die Gesamtpopulation der Schülerinnen und Schüler liegt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt im Fach Mathematik für die Globalskala und in den Fächern Biologie, Chemie und Physik jeweils für die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*. In der Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnismuster werden zentrale Tendenzen skizziert sowie besondere Erfolge und Herausforderungen benannt.

14.1 Erreichen der Bildungsstandards in den Ländern

14.1.1 Erreichen der Bildungsstandards in den Ländern im Jahr 2018

Die Bildungsstandards der KMK in der Sekundarstufe I wurden abschlussbezogen für bestimmte Bildungsgänge definiert. Für das Fach Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächer liegen jeweils Bildungsstandards für den MSA vor, die als Regelstandards formuliert sind und von den Schülerinnen und Schülern, die den MSA anstreben, bis zum Ende der 10. Jahrgangsstufe „in der Regel“ erreicht werden sollen. Für das Fach Mathematik, nicht jedoch für die naturwissenschaftlichen Fächer, hat die KMK zudem Bildungsstandards für den HSA verabschiedet. Auf der Grundlage dieser Zielvorgaben wurden Kompetenzstufenmodelle entwickelt, die nicht nur Leistungen auf dem Niveau des Regelstandards beschreiben, sondern das gesamte Kompetenzspektrum abdecken und es in sinnvoll interpretierbare Abschnitte unterteilen (vgl. Kapitel 2). Diese Modelle, die in den naturwissenschaftlichen Fächern fünf Stufen und im Fach Mathematik sechs Stufen umfassen, legen zudem jeweils abschlussbezogen fest, auf welcher Stufe die Schülerinnen und Schüler die mit dem *Mindeststandard*, *Regelstandard*, *Regelstandard plus* beziehungsweise *Optimalstandard* verbundenen Anforderungen erfüllen. Den von der KMK festgelegten Regelstandard für den MSA erreichen Schülerinnen und Schüler jeweils auf Kompetenzstufe III. Als Mindeststandard für den MSA gilt die Kompetenzstufe II. Schülerinnen und Schüler, deren Kompetenzen lediglich der Kompetenzstufe I entsprechen, verfehlen also die länderübergreifend festgelegten Minimalanforderungen des MSA.

Da in den naturwissenschaftlichen Fächern in der Sekundarstufe I ausschließlich Bildungsstandards und Kompetenzstufenmodelle für den MSA vorliegen, werden in die Analysen zum Erreichen der Zielvorgaben in den Fächern Biologie, Chemie und Physik nur Neuntklässlerinnen und Neuntklässler einbezogen, die den MSA anstreben. Für das Fach Mathematik erfolgt die Ergebnisdarstellung hingegen für alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe, die auf der Grundlage der Bildungsstandards („zielgleich“) unterrichtet werden – unabhängig davon, ob sie den MSA oder den HSA anstreben.¹ In der nachfolgenden Zusammenfassung der Ergebnisse für die Kompetenzstufenverteilungen

¹ Die Ergebnisse der Analysen zu den im Durchschnitt erreichten Kompetenzen (Mittelwertsvergleiche; siehe Abschnitt 14.2 bzw. Kapitel 6) beziehen sich hingegen sowohl im Fach Mathematik als auch in den naturwissenschaftlichen Fächern auf die Gesamtpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler.

(vgl. Kapitel 5) wird dabei jedoch auch für das Fach Mathematik ausschließlich auf die für den MSA definierten Standards Bezug genommen. Der Fokus liegt zum einen auf der Frage, welcher Anteil der Schülerinnen und Schüler bereits am Ende der 9. Jahrgangsstufe die Regelstandards für den MSA erreicht, und zum anderen auf der Frage, welcher Anteil der Schülerinnen und Schüler die Mindeststandards für den MSA nicht erreicht.

Im Fach Mathematik (*Globalskala*) erreichen oder übertreffen im Jahr 2018 in Deutschland insgesamt fast 45 Prozent aller zielgleich unterrichteten Neuntklässlerinnen und Neuntklässler den KMK-Regelstandard für den MSA (vgl. Kapitel 5.1). Den Mindeststandard (MSA) verfehlen in Mathematik etwa 24 Prozent der Schülerinnen und Schüler. Hierbei ist allerdings – wie oben bereits erwähnt – zu beachten, dass diese Anteilswerte auch Schülerinnen und Schüler umfassen, die lediglich den HSA anstreben.

In den naturwissenschaftlichen Fächern erreichen oder übertreffen die KMK-Regelstandards für den MSA in den Kompetenzbereichen *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* bundesweit fast 71 beziehungsweise 60 Prozent (Biologie), etwa 56 beziehungsweise fast 64 Prozent (Chemie) sowie gut 69 beziehungsweise knapp 77 Prozent (Physik) der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die den MSA anstreben. Den Mindeststandard für den MSA verfehlen in den beiden Kompetenzbereichen im Fach Biologie gut 5 und knapp 8 Prozent, im Fach Chemie fast 17 und knapp 11 Prozent sowie im Fach Physik fast 9 und fast 6 Prozent der Schülerinnen und Schüler.

In den Abbildungen 14.1 und 14.2 ist dargestellt, inwieweit die Anteile der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard für den MSA erreichen (Abb. 14.1), und die Anteile der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard für den MSA nicht erreichen (Abb. 14.2), in den einzelnen Ländern und Kompetenzbereichen vom jeweiligen Wert abweichen, der für Deutschland insgesamt ermittelt wurde.² Nach rechts weisende Balken zeigen, dass der Anteil im jeweiligen Land größer ist als in Deutschland insgesamt, bei nach links weisenden Balken ist der Anteil im jeweiligen Land hingegen kleiner als bundesweit. Statistisch nicht signifikante Abweichungen sind mit schraffierten Balken gekennzeichnet. Interpretiert werden sollten nur statistisch signifikante Unterschiede, wobei zusätzlich zur statistischen Signifikanz auch die Größe der Abweichungen zu beachten ist. Aufgrund der großen Fallzahlen, auf denen die Analysen basieren, können auch sehr kleine Differenzen, die praktisch kaum ins Gewicht fallen, das statistische Signifikanzniveau erreichen.

Die Ergebnismuster für die einzelnen Länder ergeben ein differenziertes Bild. In den Ländern Bayern und Sachsen gelingt es sowohl im Fach Mathematik als auch in den naturwissenschaftlichen Fächern durchgängig besonders gut, die Regel- und Mindeststandards zu sichern. Auf der anderen Seite werden in Berlin im Jahr 2018 in allen untersuchten Fächern und Kompetenzbereichen die Regelstandards seltener erreicht oder übertroffen und die Mindeststandards häufiger verfehlt als dies deutschlandweit der Fall ist. Überwiegend ungünstige Ergebnismuster sind zudem für die Länder Bremen, Hamburg und Hessen zu verzeichnen sowie für Nordrhein-Westfalen mit Bezug auf das Erreichen

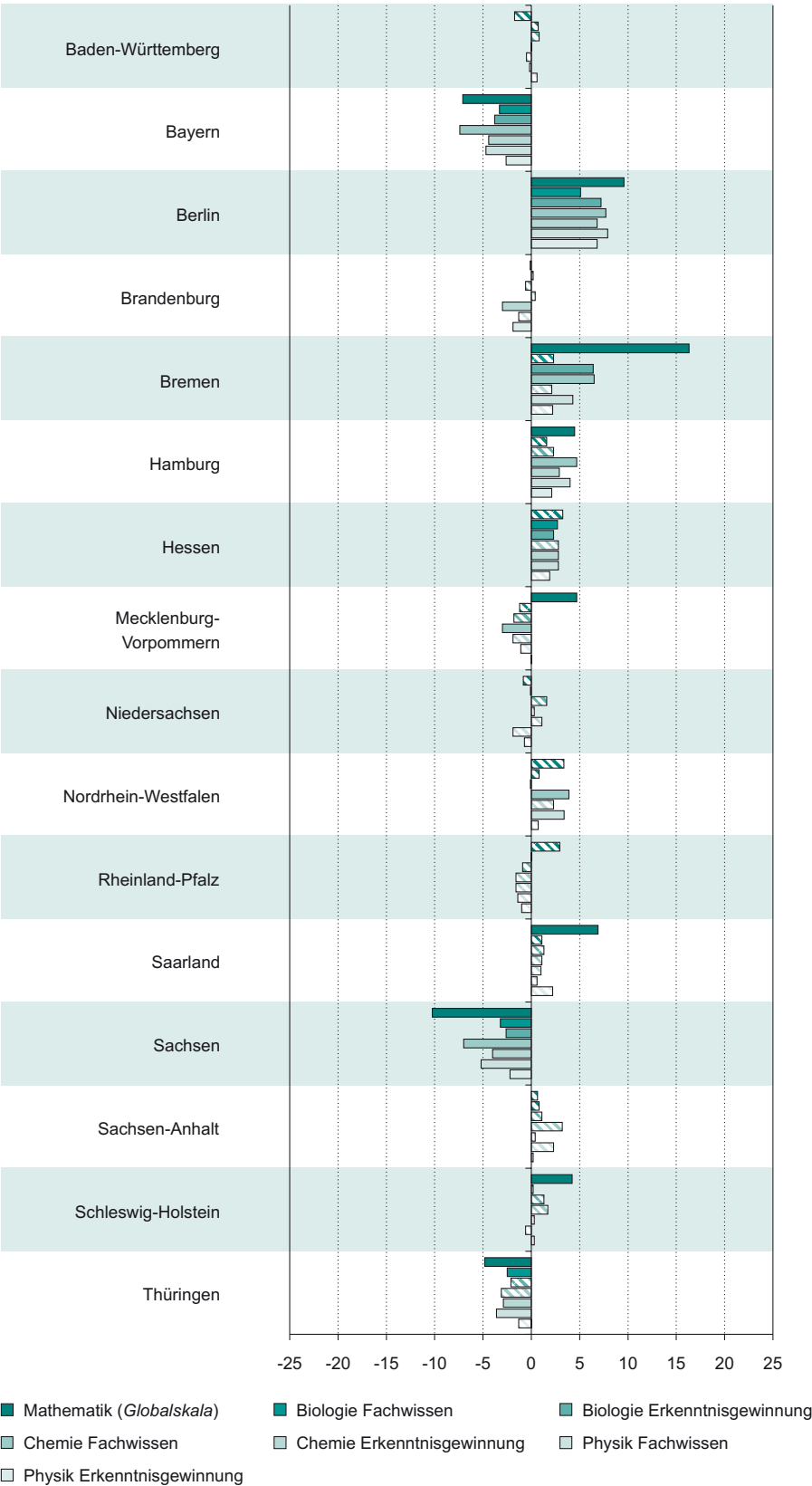
2 Die Ergebnisse der entsprechenden Analysen für Neuntklässlerinnen und Neuntklässler an Gymnasien, die sich auf das Erreichen der Regelstandards und der Optimalstandards beziehen, finden sich in Abb. 14.1web und 14.2web im Online-Material, das auf der Homepage des IQB zur Verfügung gestellt wird. Die Veränderungen dieser Anteile zwischen den Jahren 2012 und 2018 sind in Abb. 14.3web und 14.4web dargestellt.

Abbildung 14.1: Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in den Ländern, die den Regelstandard für den MSA erreichen oder übertreffen, als Abweichung vom jeweiligen Anteil für Deutschland insgesamt (in Prozentpunkten)



Anmerkungen. Im Fach Mathematik beziehen sich die Ergebnisse auf alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die auf Basis der Bildungsstandards unterrichtet werden, unabhängig vom angestrebten Abschluss. In den naturwissenschaftlichen Fächern werden ausschließlich Schülerinnen und Schüler einbezogen, die den MSA anstreben. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 14.2: Anteile der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe in den Ländern, die den Mindeststandard für den MSA nicht erreichen, als Abweichung vom jeweiligen Anteil für Deutschland insgesamt (in Prozentpunkten)



Anmerkungen. Im Fach Mathematik beziehen sich die Ergebnisse auf alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die auf Basis der Bildungsstandards unterrichtet werden, unabhängig vom angestrebten Abschluss. In den naturwissenschaftlichen Fächern werden ausschließlich Schülerinnen und Schüler einbezogen, die den MSA anstreben. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

der Regelstandards. Besonders auffällig sind die ausgeprägten Nachteile der Schülerinnen und Schüler in Bremen im Fach Mathematik.

In den anderen Ländern, für die signifikante Abweichungen von den bundesweiten Ergebnissen zu verzeichnen sind, betreffen diese zumeist das Fach Mathematik. So fällt in Mecklenburg-Vorpommern, im Saarland und in Schleswig-Holstein der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die in Mathematik mindestens den Regelstandard erreichen, geringer aus als in Deutschland insgesamt, und auch die Sicherung des Mindeststandards scheint in diesen Ländern in Mathematik weniger gut zu gelingen als bundesweit.

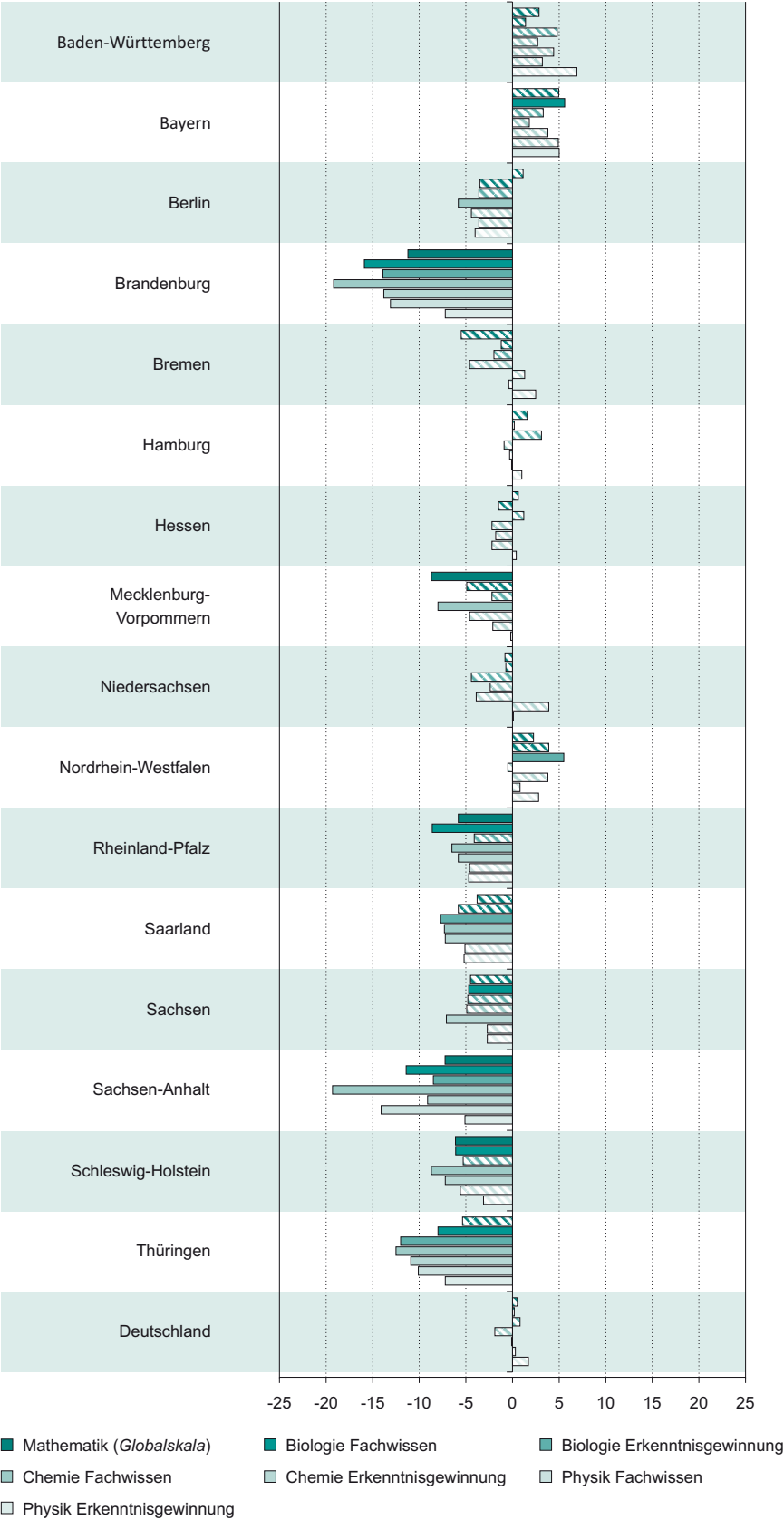
14.1.2 Erreichen der Bildungsstandards in den Ländern im Trend

Auch für die Veränderungen in den Kompetenzstufenverteilungen über die Zeit, die in den Abbildungen 14.3 und 14.4 dargestellt sind, ergibt sich ein differenziertes Bild (vgl. Kapitel 5). Nach rechts weisende Balken zeigen in diesen Abbildungen, dass im jeweiligen Land der Anteil der Jugendlichen, die mindestens den Regelstandard erreichen beziehungsweise den Mindeststandard verfehlen, im Jahr 2018 größer ist als im Jahr 2012, bei nach links weisenden Balken ist der entsprechende Anteil im Jahr 2018 kleiner als im Jahr 2012.

Im Fach Mathematik (*Globalskala*) sind die auf das Erreichen der Bildungsstandards bezogenen Ergebnisse für Deutschland insgesamt zwischen den Jahren 2012 und 2018 stabil geblieben. Weder der Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die den Regelstandard erreichen oder übertreffen, noch der Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die den Mindeststandard verfehlen, hat sich in Mathematik signifikant verändert. Auch in den meisten Ländern ist für das Fach Mathematik weitgehende Stabilität zu verzeichnen. In fünf Ländern haben sich die Ergebnisse für das Fach Mathematik jedoch ungünstig entwickelt. Dies betrifft in besonderem Maße Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern, wo zwischen den Jahren 2012 und 2018 der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Regelstandard erreichen, signifikant zurückgegangen und der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard verfehlen, signifikant angestiegen ist. Auch in den Ländern Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein erreicht im Jahr 2018 ein signifikant geringerer Anteil der Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik den Regelstandard als im Jahr 2012. Signifikant positive Veränderungen in den hier betrachteten Anteilen konnten im Untersuchungszeitraum in keinem Land erreicht werden.

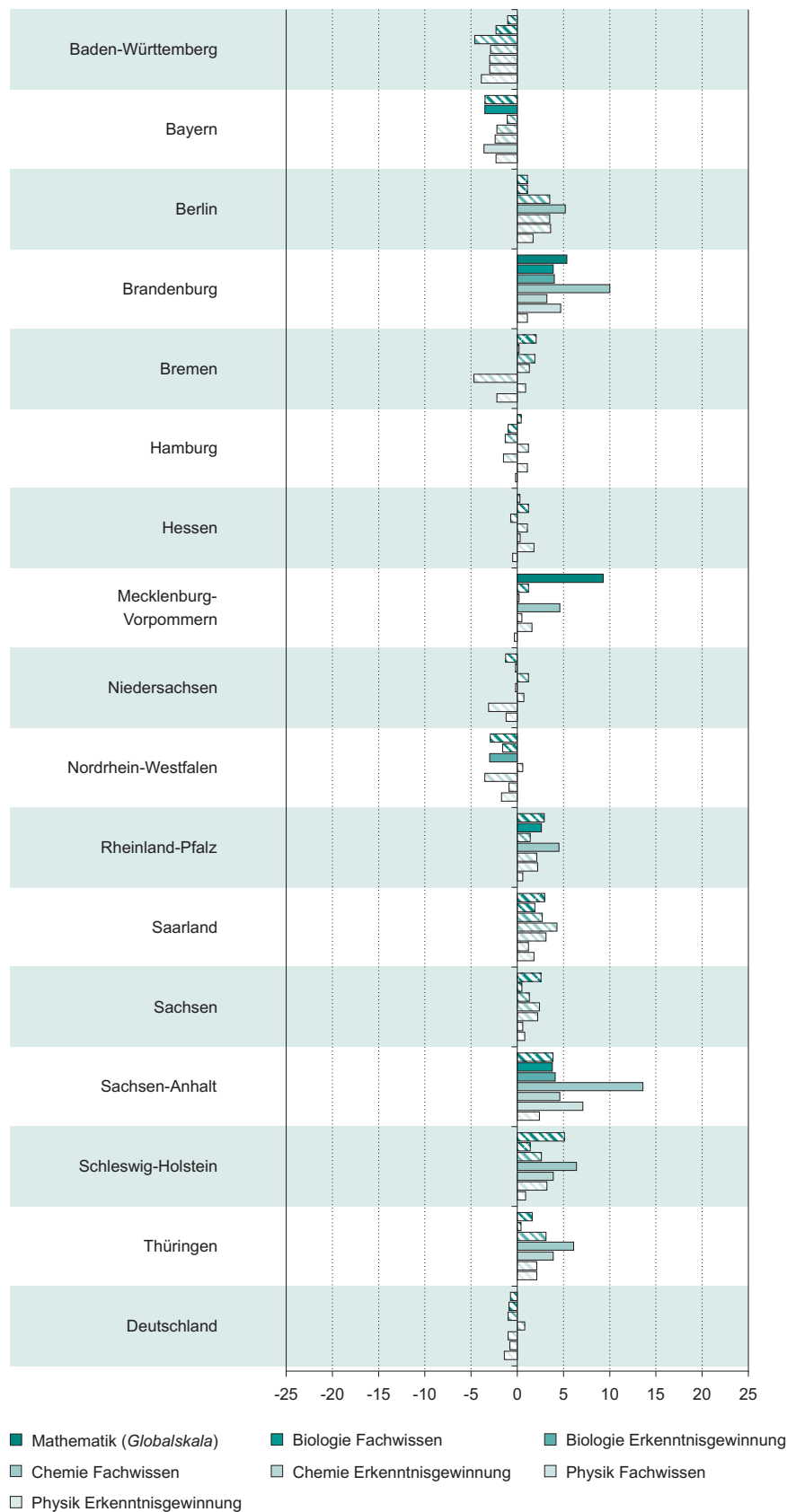
In den naturwissenschaftlichen Fächern haben sich in Deutschland insgesamt die Anteile der mindestens den MSA anstrebenden Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die die Regelstandards mindestens erreichen beziehungsweise die Mindeststandards verfehlen, ebenfalls nicht signifikant verändert. Innerhalb der Länder sind hingegen teilweise deutlich ungünstige Veränderungen zu verzeichnen. Insbesondere in Brandenburg und Sachsen-Anhalt erreicht in nahezu allen naturwissenschaftlichen Fächern und Kompetenzbereichen ein signifikant geringerer Anteil der Schülerinnen und Schüler die Regelstandards und verfehlt ein signifikant höherer Anteil die Mindeststandards als im Jahr 2012. Ein ähnliches Muster ergibt sich für Thüringen, vor allem mit Bezug auf das Erreichen der Regelstandards. Auch in anderen Ländern zeichnen sich in den naturwissenschaftlichen Fächern ungünstige Entwicklungen ab, die jedoch nur in einzelnen Fächern beziehungsweise Kompetenzbereichen signifikant sind. Signifikant positive Veränderungen sind nur in Bayern für den Kompetenzbereich *Fachwissen*

Abbildung 14.3: Veränderungen in den Anteilen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die den Regelstandard für den MSA erreichen oder übertreffen, zwischen den Jahren 2012 und 2018 (in Prozentpunkten)



Anmerkungen. Im Fach Mathematik beziehen sich die Ergebnisse auf alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die auf Basis der Bildungsstandards unterrichtet werden, unabhängig vom angestrebten Abschluss. In den naturwissenschaftlichen Fächern werden ausschließlich Schülerinnen und Schüler einbezogen, die den MSA anstreben. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 14.4: Veränderungen in den Anteilen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die den Mindeststandard für den MSA nicht erreichen, zwischen den Jahren 2012 und 2018 (in Prozentpunkten)



Anmerkungen. Im Fach Mathematik beziehen sich die Ergebnisse auf alle Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die auf Basis der Bildungsstandards unterrichtet werden, unabhängig vom angestrebten Abschluss. In den naturwissenschaftlichen Fächern werden ausschließlich Schülerinnen und Schüler einbezogen, die den MSA anstreben.

Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

im Fach Biologie und für beide Kompetenzbereiche im Fach Physik sowie in Nordrhein-Westfalen für den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie festzustellen.

14.2 Durchschnittliches Niveau der Kompetenzen

14.2.1 Durchschnittliches Niveau der Kompetenzen im Jahr 2018

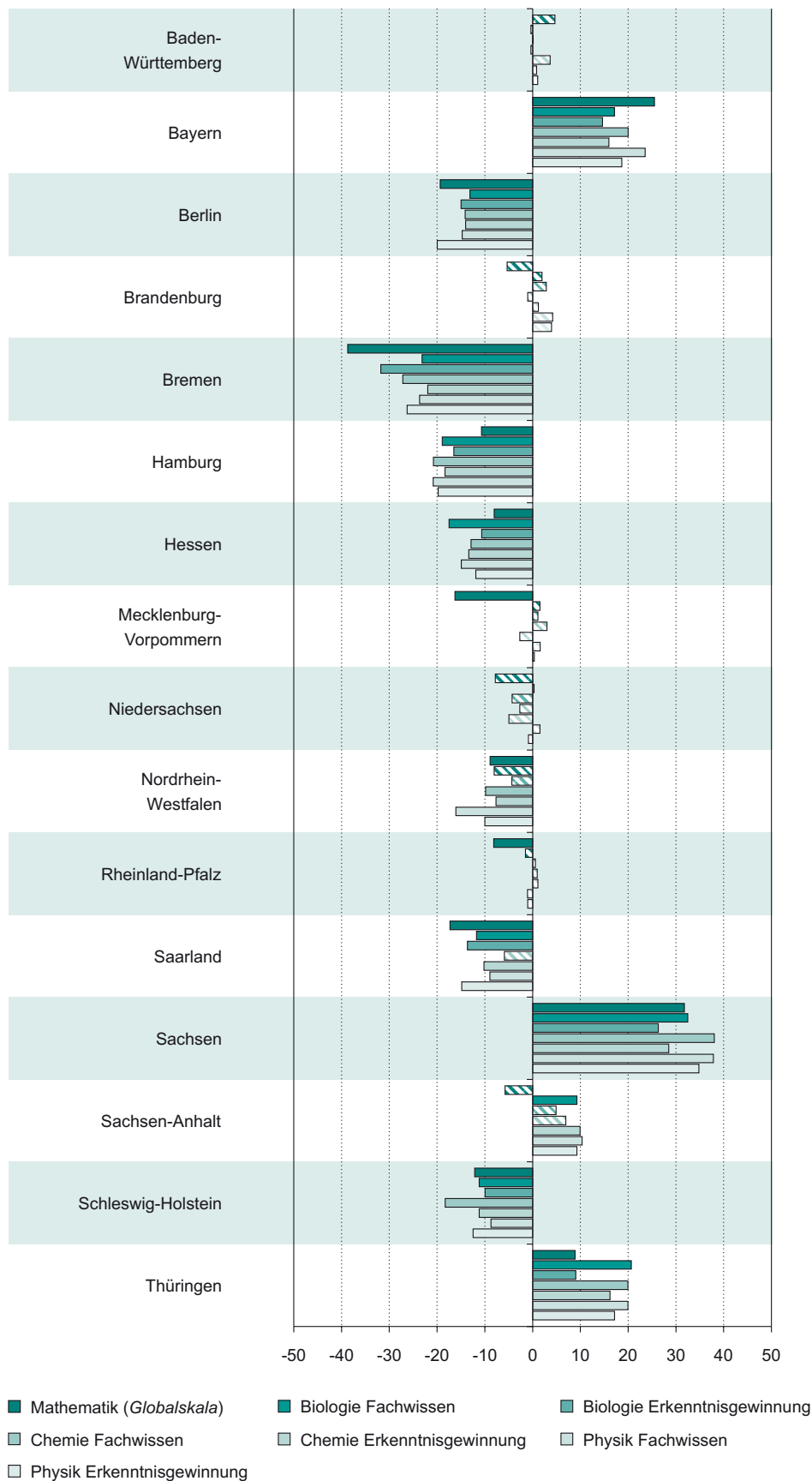
Zusätzlich zu den Verteilungen der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen wurden im IQB-Bildungstrend 2018 auch die im Durchschnitt erreichten Kompetenzen im Ländervergleich untersucht (vgl. Kapitel 6). Hierbei wurden sowohl im Fach Mathematik als auch in den naturwissenschaftlichen Fächern alle Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe einbezogen. Für Deutschland insgesamt sind die Skalen in den untersuchten Kompetenzbereichen so definiert, dass sie im Jahr 2012 einen Mittelwert von $M = 500$ und eine Streuung von $SD = 100$ aufweisen. In Abbildung 14.5 ist für das Jahr 2018 im Überblick dargestellt, inwieweit die Kompetenzmittelwerte der Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Ländern vom bundesweiten Durchschnitt abweichen.³ Aufgrund der höheren Fallzahlen, die den einzelnen Signifikanztests bei den Mittelwertsvergleichen zugrunde liegen, werden hier mehr Unterschiede statistisch signifikant als bei den Vergleichen zum Erreichen der Bildungsstandards. Für die naturwissenschaftlichen Fächer ist zusätzlich zu beachten, dass in die Analysen zum Erreichen der Bildungsstandards ausschließlich Neuntklässlerinnen und Neuntklässler einbezogen wurden, die den MSA anstreben, während sich die Analysen der im Durchschnitt erreichten Kompetenzen auf die Gesamtpopulation der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler beziehen.

Durchgängig positive Abweichungen von den deutschen Gesamtmittelwerten sind wiederum für Bayern und Sachsen zu verzeichnen. Auch in Thüringen fallen die von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern im Durchschnitt erreichten Kompetenzen in allen Fächern und Kompetenzbereichen signifikant höher aus als in Deutschland insgesamt. In den meisten Kompetenzbereichen in den naturwissenschaftlichen Fächern sind zudem für Sachsen-Anhalt positive Abweichungen vom deutschen Gesamtmittelwert zu beobachten. Signifikant unter dem Bundesdurchschnitt liegen die Mittelwerte hingegen durchgängig in Berlin, Bremen, Hamburg, Hessen und Schleswig-Holstein sowie – mit einer Ausnahme (*Fachwissen* im Fach Chemie) – im Saarland und – mit zwei Ausnahmen (*Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie) – in Nordrhein-Westfalen. Ferner fallen im Fach Mathematik die von Schülerinnen und Schülern im Durchschnitt erreichten Kompetenzen in Mecklenburg-Vorpommern und in Rheinland-Pfalz signifikant geringer aus als in Deutschland insgesamt. Die Größe der Abweichungen variiert allerdings zwischen den Ländern teilweise erheblich.

Zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Kompetenzmittelwert, der im Fach Mathematik in den Ländern erreicht wird, beträgt der Abstand 70 Punkte. Setzt man diese Differenz mit der groben Schätzung für den Kompetenzzuwachs in Beziehung, der am Ende der Sekundarstufe I zu erwarten ist (vgl. Kapitel 6.1), so entspricht dieser Mittelwertsunterschied etwa eineinhalb Schuljahren Lernzeit. Für die beiden Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* liegen in den naturwissenschaftlichen Fächern die Abstände zwischen dem höchsten und

3 Die Ergebnisse für Neuntklässlerinnen und Neuntklässler an Gymnasien sind im Online-Material in Abbildung 14.5web dargestellt.

Abbildung 14.5: Abweichung der von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern im Jahr 2018 in den Ländern erreichten mittleren Kompetenzwerte vom deutschen Gesamtmittelwert (in Punkten auf der Berichtsmetrik)



Anmerkung. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

dem niedrigsten Landesmittelwert bei 56 beziehungsweise 58 Punkten (Biologie), bei 65 beziehungsweise 51 Punkten (Chemie) sowie bei je 61 Punkten (Physik). Diese Mittelwertsunterschiede in den naturwissenschaftlichen Fächern entsprechen Kompetenzzuwächsen, die je nach Bereich in ungefähr eineinhalb bis zweieinhalb Schuljahren erreicht werden (vgl. Kapitel 6.2).

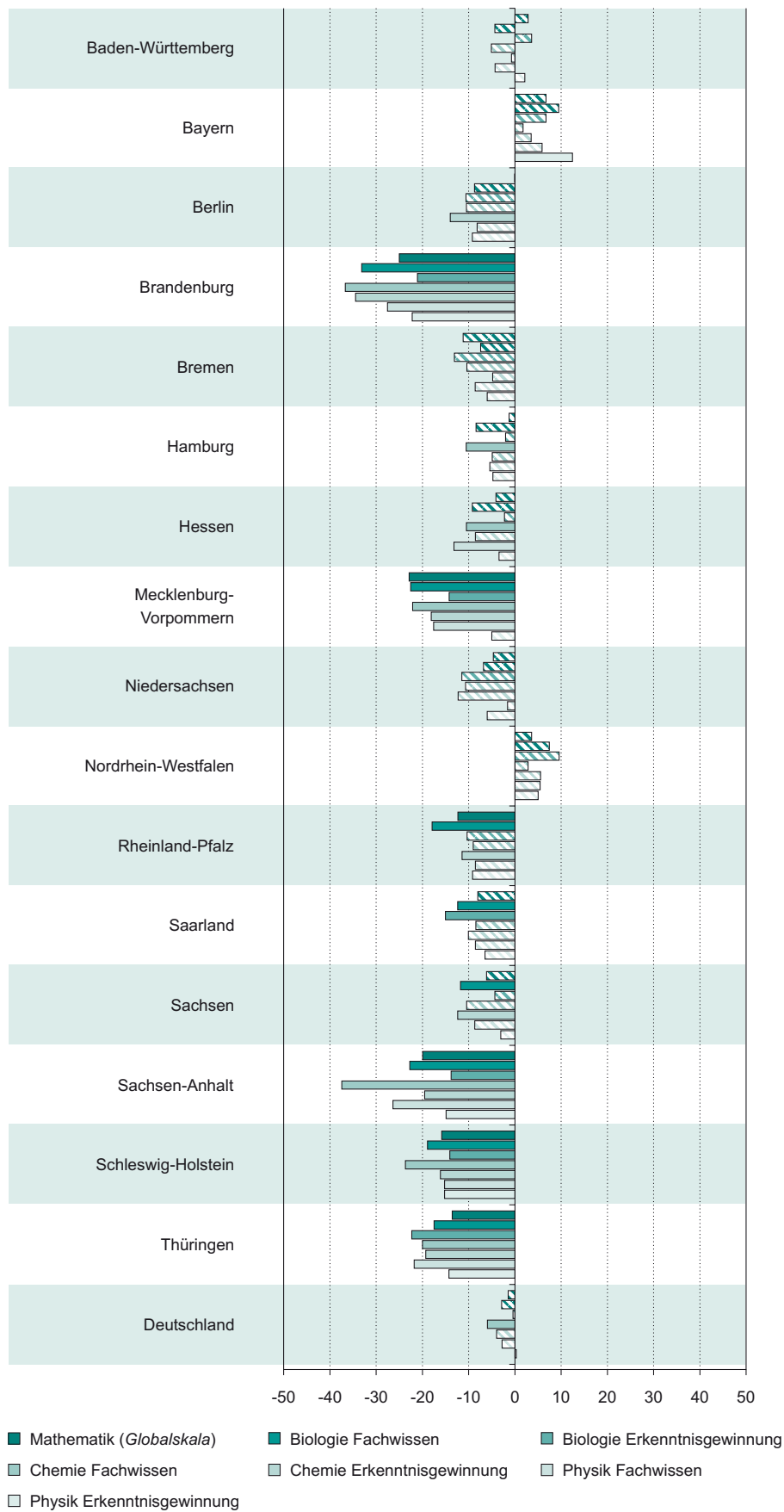
14.2.2 Durchschnittliches Niveau der Kompetenzen im Trend

Auch bei den Trendschätzungen fallen die Ergebnisse für die Mittelwerte häufiger signifikant aus als für das Erreichen der Bildungsstandards (vgl. Abb. 14.6). In Deutschland insgesamt unterscheiden sich die von den Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern im Jahr 2018 im Durchschnitt erreichten Kompetenzen im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern kaum von den Kompetenzmittelwerten, die im Jahr 2012 erreicht wurden. Lediglich im Kompetenzbereich *Fachwissen* im Fach Chemie ist eine signifikante Verringerung des Mittelwerts zu verzeichnen, die jedoch nur 6 Punkte auf der Berichtsmetrik beträgt. Innerhalb einzelner Länder liegen jedoch signifikant ungünstige Trends vor, die sowohl das Fach Mathematik als auch die naturwissenschaftlichen Fächer betreffen. Dies ist – mit Ausnahme von Sachsen – in allen ostdeutschen Flächenländern der Fall sowie zusätzlich in Schleswig-Holstein. Aufgrund der teilweise sehr hohen Ausgangswerte führen die ungünstigen Veränderungen aber nicht bei allen Ländern dazu, dass die Ergebnisse im Jahr 2018 unterdurchschnittlich ausfallen (vgl. Abb. 14.5). So erreichen die Schülerinnen und Schüler in Thüringen auch im Jahr 2018 noch in allen untersuchten Fächern und Kompetenzbereichen im Durchschnitt signifikant höhere Kompetenzmittelwerte als Schülerinnen und Schüler in Deutschland insgesamt. Vereinzelt sind zudem in Berlin, Hamburg, Hessen, Rheinland-Pfalz, im Saarland und in Sachsen ungünstige Trends zu beobachten. Ein positiver Trend zeigt sich in Bayern für den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Physik.

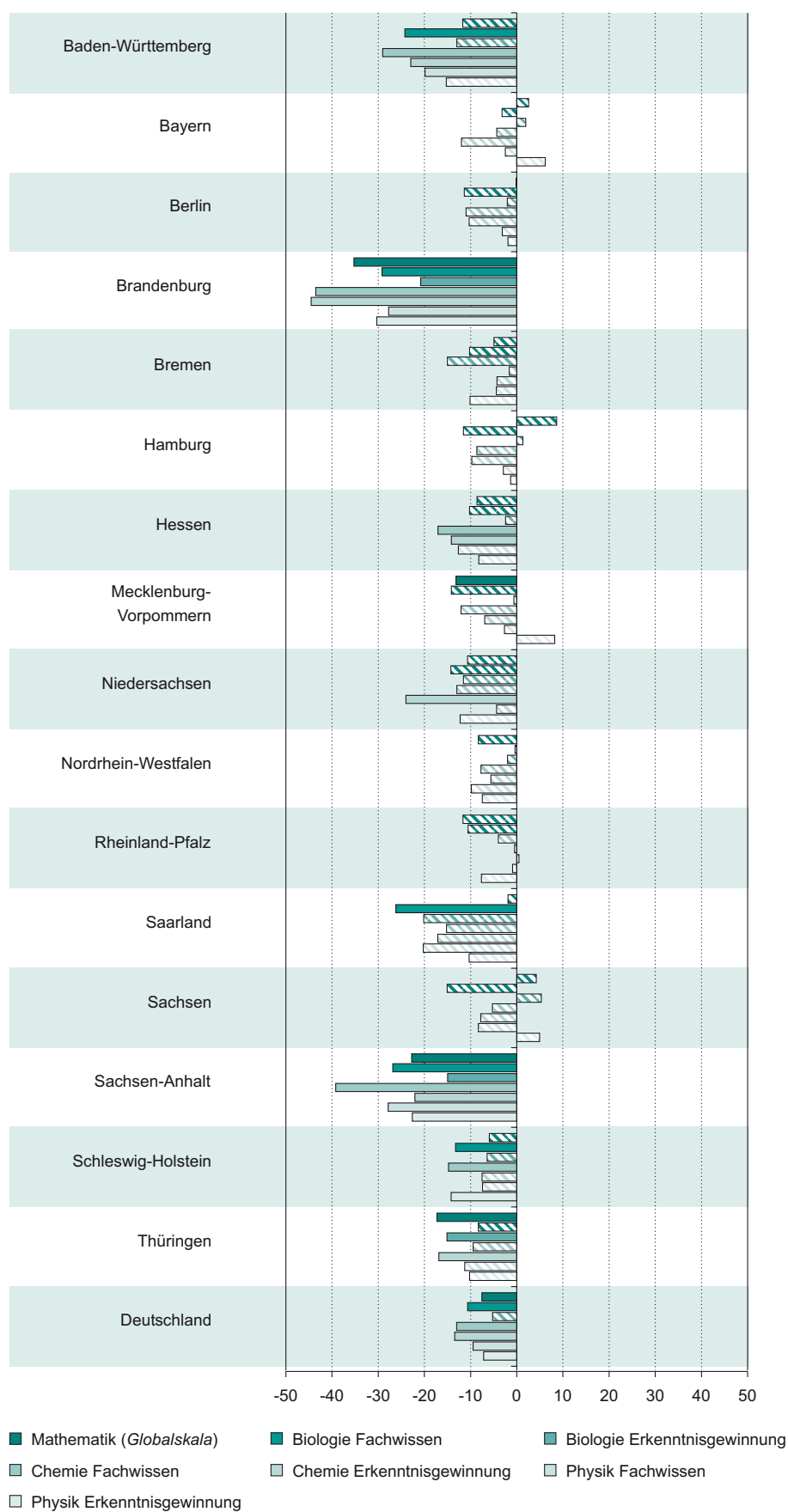
14.2.3 Durchschnittliches Niveau der Kompetenzen an Gymnasien im Trend

Eine ländervergleichende Bewertung der Abweichungen der Ergebnisse für die Gymnasien von den Ergebnissen für die jeweilige Gesamtpopulation der Schülerinnen und Schüler ist schwierig, da sich der Stellenwert dieser Schulart innerhalb der Schulstrukturen der Länder zum Teil deutlich unterscheidet (vgl. Kapitel 4). In den Trendanalysen, bei denen der Fokus auf Entwicklungen in Deutschland insgesamt und innerhalb der einzelnen Länder liegt, zeichnen sich allerdings für Deutschland insgesamt ungünstige Entwicklungen für die Gymnasien ab, die sowohl das Fach Mathematik als auch die naturwissenschaftlichen Fächer betreffen (Abb. 14.7). So erreichen die Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Jahr 2018 durchschnittlich im Fach Mathematik 8 Punkte, im Fach Biologie 11 Punkte (*Fachwissen*), im Fach Chemie 13 Punkte (*Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*) und im Fach Physik 9 Punkte (*Fachwissen*) beziehungsweise 7 Punkte (*Erkenntnisgewinnung*) weniger als im Jahr 2012, wobei alle genannten Unterschiede signifikant sind. Lediglich im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Biologie sind für Deutschland insgesamt keine signifikanten Veränderungen zu verzeichnen.

Abbildung 14.6: Veränderungen in den mittleren Kompetenzwerten der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler zwischen den Jahren 2012 und 2018 (in Punkten auf der Berichtsmetrik)



Anmerkung. Schraffierte Balken zeigen eine statistisch nicht signifikante Differenz an.

Abbildung 14.7: Veränderungen in den mittleren Kompetenzwerten der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler an Gymnasien zwischen den Jahren 2012 und 2018 (in Punkten auf der Berichtsmetrik)

Es gibt es keine Anhaltspunkte dafür, dass sich diese ungünstigen Trends auf Veränderungen in der Besuchsquote des Gymnasiums zurückführen lassen, da der Anteil der Schülerschaft an Gymnasien zwischen den Schuljahren 2011/2012 und 2017/2018 in Deutschland insgesamt weitgehend stabil geblieben ist. Innerhalb der Länder sind zudem insbesondere Brandenburg und Sachsen-Anhalt von ungünstigen Entwicklungen an Gymnasien betroffen, obwohl sich die Gymnasialquote auch hier kaum verändert beziehungsweise eher etwas verringert hat. Signifikant ungünstige Entwicklungen in mehr als einem Kompetenzbereich finden sich ferner in Baden-Württemberg, Hessen, Schleswig-Holstein und Thüringen. Positive Trends sind für Gymnasien in keinem Land zu verzeichnen.

14.3 Geschlechtsbezogene, soziale und zugewanderungsbezogene Disparitäten in den erreichten Kompetenzen

In Diskussionen über Bildungsgerechtigkeit kommt der Frage, inwieweit die Förderung der Kompetenzentwicklung in verschiedenen Gruppen von Kindern und Jugendlichen gelingt, eine zentrale Bedeutung zu. Die Bildungssysteme aller Länder zielen darauf ab, bestehende Ungleichheiten zu reduzieren. Daher wurden auch im IQB-Bildungstrend 2018 wieder Analysen zu geschlechtsbezogenen, sozialen und zugewanderungsbezogenen Disparitäten durchgeführt. Bei den Analysen zu den sozialen und zugewanderungsbezogenen Disparitäten ist jedoch zu berücksichtigen, dass in einigen Ländern für einen hohen Anteil von Schülerinnen und Schülern Informationen zu den Berufstätigkeiten der Eltern, die für die Bestimmung des sozialen Hintergrunds erforderlich sind (vgl. Kapitel 8), und zum Zuwanderungshintergrund der Familie fehlten. Aufgrund eines hohen Anteils fehlender Daten zum sozialen Hintergrund sowie zum Zuwanderungshintergrund konnten für das Land Hamburg weder für das Jahr 2018 noch für die Trends Ergebnisse berichtet werden. Aus den Trendanalysen mussten zudem die Ergebnisse der Länder Berlin und Bremen und des Saarlands ausgeschlossen werden. Weiterhin stehen die Ergebnisse der Länder Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Schleswig-Holstein für das Jahr 2018 sowie der Länder Baden-Württemberg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein für die Trends unter Vorbehalt. Damit liefern die Befunde dieser Analysen ein unvollständiges Bild der sozialen und zugewanderungsbezogenen Disparitäten in Deutschland.

14.3.1 Geschlechtsbezogene Disparitäten

Die Ergebnisse der Analysen geschlechtsbezogener Disparitäten (vgl. Kapitel 7) zeigen, dass im Jahr 2018 in nahezu allen untersuchten Kompetenzbereichen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik gegen Ende der 9. Jahrgangsstufe signifikante Unterschiede zwischen den von Jungen und den von Mädchen im Durchschnitt erreichten Kompetenzen bestehen. Übereinstimmend mit den Ergebnissen früherer Schulleistungstudien erzielen Jungen im Fach Mathematik im Mittel höhere Kompetenzwerte als Mädchen, wobei der Unterschied auf der Globalskala mit 7 Punkten klein ausfällt. Auch bei den Leitideen sind die Unterschiede zwischen den Kompetenzmittelwerten von Jungen und Mädchen mit bis zu 12 Punkten (*Daten und Zufall*) nicht sehr groß beziehungsweise nicht statistisch signifikant (*Raum und Form*, *Funktionaler*

Zusammenhang). Demgegenüber erreichen Mädchen in den naturwissenschaftlichen Fächern, insbesondere im Fach Biologie, im Durchschnitt ein signifikant höheres Kompetenzniveau als Jungen. Der Vorsprung der Mädchen beträgt in Biologie je nach Kompetenzbereich 22 bis 23 Punkte und in Chemie rund 10 Punkte. Im Fach Physik ist nur im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ein signifikanter Geschlechterunterschied von 7 Punkten zu verzeichnen, wobei auch hier Mädchen im Durchschnitt höhere Kompetenzwerte erzielen. Im Unterschied zu den fachbezogenen Selbstkonzepten und Interessen (siehe Abschnitt 14.4; vgl. auch Kapitel 10) entsprechen die Ergebnisse zu den erreichten Kompetenzen demnach kaum oder gar nicht dem Stereotyp von Mathematik und Physik als „Jungenfächern“.

Auf Länderebene zeigen die Ergebnisse zu den Mittelwertsunterschieden zwischen Jungen und Mädchen im Fach Mathematik, dass im Jahr 2018 nur in zwei Ländern (Baden-Württemberg und Thüringen) signifikante Disparitäten vorliegen, die mit 13 beziehungsweise 14 Punkten zugunsten der Jungen ausfallen. Im Fach Biologie sind hingegen – übereinstimmend mit den Befunden für Deutschland insgesamt – in fast allen Ländern für beide untersuchten Kompetenzbereiche signifikante Vorteile der Mädchen zu verzeichnen. Besonders ausgeprägt und signifikant größer als in Deutschland insgesamt ist der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen im Fach Biologie mit 36 Punkten in Hamburg im Bereich *Erkenntnisgewinnung*. Im Fach Chemie ergeben sich in der Hälfte der Länder (Bayern, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen) signifikante Geschlechterunterschiede in einem oder in beiden untersuchten Kompetenzbereichen zugunsten der Mädchen, wobei diese in Brandenburg und Sachsen-Anhalt mit 25 beziehungsweise 26 Punkten im Bereich *Fachwissen* signifikant höher ausfallen als in Deutschland insgesamt. Im Fach Physik schließlich zeigen sich nur in fünf Ländern (Berlin, Brandenburg, Hamburg, im Saarland und in Thüringen) signifikante geschlechtsbezogene Disparitäten, die ebenfalls durchgehend zugunsten der Mädchen ausfallen. Nur der Unterschied in Thüringen im Bereich *Erkenntnisgewinnung* ist mit 19 Punkten signifikant größer als die Geschlechterdisparität in Deutschland insgesamt.

Die separaten Trendanalysen für die Teilpopulationen der Jungen und der Mädchen zeigen, dass in vier Ländern (Baden-Württemberg, Bayern, Bremen und Hamburg) zwischen den Jahren 2012 und 2018 keine signifikanten Veränderungen in den untersuchten Fächern und Kompetenzbereichen zu verzeichnen sind. Nur in einem Land (Nordrhein-Westfalen) ergeben sich vereinzelt signifikant positive Trends für die Mädchen. In den übrigen Ländern liegt in mindestens einem Kompetenzbereich ein signifikanter Kompetenzrückgang für Jungen und/oder Mädchen vor. Insbesondere im Fach Mathematik, aber auch in nahezu allen untersuchten naturwissenschaftlichen Fächern und Kompetenzbereichen sind dabei für Jungen häufiger signifikant ungünstige Entwicklungen zu verzeichnen als für Mädchen. In vier Ländern (Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen) fallen die von Jungen im Durchschnitt erreichten Kompetenzen in allen untersuchten Fächern und Kompetenzbereichen im Jahr 2018 signifikant geringer aus als im Jahr 2012, wobei sich die stärksten Kompetenzrückgänge der Jungen sowohl im Fach Mathematik (37 Punkte auf der *Globalskala*) als auch in den naturwissenschaftlichen Fächern (54 Punkte im Bereich *Erkenntnisgewinnung* im Fach Chemie) in Brandenburg ergeben. Ein ähnlich konsistenter Rückgang der erreichten Kompetenzen in allen untersuchten Kompetenzbereichen ist für Mädchen in keinem Land zu verzeichnen.

Seit dem Jahr 2012 sind die geschlechtsbezogenen Disparitäten im Fach Mathematik in Deutschland insgesamt sowie in mehreren Ländern (Brandenburg, Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein) signifikant zurückgegangen. In den naturwissenschaftlichen Fächern sind signifikante Veränderungen in den geschlechtsbezogenen Disparitäten nur auf Länderebene für Brandenburg und Thüringen zu verzeichnen. Diese Trends sind allerdings überwiegend auf ungünstige Entwicklungen in den von Jungen erreichten Kompetenzen zurückzuführen.

14.3.2 Soziale Disparitäten

Auch im IQB-Bildungstrend 2018 wurde wieder untersucht, inwieweit die von Schülerinnen und Schülern erreichten Kompetenzen mit dem sozioökonomischen Status ihrer Familien zusammenhängen und inwieweit sich diese Zusammenhänge seit dem Jahr 2012 verändert haben (vgl. Kapitel 8). Aufgrund eines hohen Anteils fehlender Daten zum sozioökonomischen Hintergrund konnten für einige Länder keine Ergebnisse berichtet werden. Die Ergebnisse einiger weiterer Länder stehen zudem unter Vorbehalt (siehe oben).

Als Indikator für den sozioökonomischen Hintergrund der Schülerinnen und Schüler wurde der sogenannte sozioökonomische Index ISEI verwendet, bei dem es sich um einen international vergleichbaren Index für den Status der beruflichen Tätigkeit Erwachsener unter Berücksichtigung des Einkommens und des Bildungsniveaus handelt. Dabei wurde der jeweils höchste Wert der Eltern (Mutter oder Vater) herangezogen, der kurz als HISEI (Höchster ISEI) bezeichnet wird.

Übereinstimmend mit Befunden früherer Schulleistungsstudien zeigt sich auch für das Jahr 2018, dass der durchschnittliche sozioökonomische Status der Familien von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in den Ländern, die in die Analysen einbezogen werden konnten, recht ähnlich ist. Auch die Streuung des HISEI als Indikator für die soziale Heterogenität der Schülerschaft unterscheidet sich zwischen den Ländern kaum. Im Vergleich der Jahre 2012 und 2018 zeigt sich bundesweit eine geringfügige Zunahme des mittleren sozioökonomischen Status bei insgesamt gleichbleibender Heterogenität. Innerhalb der Länder erhöhte sich der HISEI insbesondere in Sachsen und Sachsen-Anhalt. Seine Streuung blieb auch innerhalb der meisten Länder stabil und hat sich lediglich in Brandenburg signifikant reduziert.

Die Kopplung zwischen den von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern erreichten Kompetenzen und dem sozioökonomischen Status ihrer Familien (soziale Disparitäten), die mit sozialen Gradienten⁴ bestimmt wird, ist auch im Jahr 2018 sowohl deutschlandweit als auch in allen Ländern, die in die Analysen einbezogen werden konnten, substantiell: In allen untersuchten Fächern und Kompetenzbereichen geht ein höherer sozioökonomischer Status mit höheren Leistungen einher. Die sozialen Gradienten deuten also darauf hin, dass soziale Herkunftsmerkmale der Familie für den Kompetenzerwerb im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern in der Sekundarstufe I in hohem Maße relevant sind, wobei sich ihre Ausprägung zwischen den untersuchten

4 Soziale Gradienten beschreiben den linearen Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Status der Familie und den erreichten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, wobei höhere Werte eine engere Kopplung kennzeichnen. Genauere Informationen zur Interpretation sozialer Gradienten finden sich in Kapitel 8.

Fächern und Kompetenzbereichen kaum unterscheidet. Zwischen den Ländern variieren die sozialen Gradienten jedoch teilweise deutlich. Nahezu durchgängig besonders enge Zusammenhänge bestehen in Berlin, während sie in Brandenburg besonders gering ausgeprägt sind, vor allem in den Fächern Biologie und Chemie. Ferner ist im Fach Mathematik der soziale Gradient in Thüringen signifikant geringer als in Deutschland insgesamt.

Im Vergleich der in den Jahren 2012 und 2018 festgestellten sozialen Gradienten zeigt sich auf Bundesebene durchgängige Stabilität. In Deutschland insgesamt haben sich also die sozialen Disparitäten weder im Fach Mathematik noch in den naturwissenschaftlichen Fächern signifikant verändert. Auch innerhalb der Länder sind die sozialen Gradienten mit wenigen Ausnahmen weitgehend stabil geblieben. In Brandenburg nahm die Kopplung zwischen den mathematischen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler und dem sozioökonomischen Status ihrer Familien ab, wohingegen sie sich in Rheinland-Pfalz verstärkt hat. In Niedersachsen verringerte sich der soziale Gradient im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* in den Fächern Chemie und Physik.

14.3.3 Zuwanderungsbezogene Disparitäten

Die in Kapitel 9 dargestellten Ergebnisse des IQB-Bildungstrends 2018 zeigen, dass sich der Anteil der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler mit Zuwanderungshintergrund (mindestens ein Elternteil im Ausland geboren) seit dem Jahr 2012 in Deutschland insgesamt um 7 Prozentpunkte erhöht hat und im Jahr 2018 bei etwa 34 Prozent liegt. Innerhalb der drei differenzierten Zuwanderergruppen (ein Elternteil im Ausland geboren, erste Generation, zweite Generation⁵) beträgt der Anstieg zwischen 2 und 2,5 Prozentpunkten. Im Jahr 2018 kommen gut 12 Prozent der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler deutschlandweit aus Familien mit einem im Ausland geborenen Elternteil, fast 15 Prozent sind der zweiten Generation und gut 6 Prozent der ersten Generation zuzuordnen, wobei sich die Anteile der Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund zwischen den Ländern erheblich unterscheiden. Etwa ein Viertel der Jugendlichen in der ersten Generation sind als Geflüchtete nach Deutschland gekommen. Insgesamt haben im Jahr 2018 etwa 2 Prozent aller Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in Deutschland einen Fluchthintergrund.

In allen im IQB-Bildungstrend 2018 untersuchten Fächern und Kompetenzbereichen bestehen signifikante Nachteile für Jugendliche aus zugewanderten Familien, die in den naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen (insbesondere im Fach Biologie) größer ausfallen als im Fach Mathematik. Bundesweit sind die größten Disparitäten erwartungsgemäß bei Jugendlichen der ersten Generation zu verzeichnen, während sie in der zweiten Generation nur etwa halb so groß ausfallen und bei Jugendlichen mit einem im Ausland geborenen Elternteil durchgängig am geringsten ausgeprägt und häufig nicht statistisch signifikant sind.

Im Trend zeigen sich vor allem für Jugendliche der zweiten Zuwanderergeneration in einigen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen positive Entwicklungen, so dass sich die Disparitäten für diese Gruppe in einzelnen Kompetenzbereichen zwischen den Jahren 2012 und 2018 verringert haben. Für die erste Generation sind hingegen überwiegend ungünstige Entwicklungen und so-

5 Erste Generation: sowohl beide Elternteile als auch die Jugendlichen sind im Ausland geboren. Zweite Generation: beide Elternteile sind im Ausland geboren, die Jugendlichen sind in Deutschland geboren.

mit eine Zunahme der Disparitäten zu verzeichnen. Dieser Anstieg ist teilweise auf vergleichsweise geringe Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit einem Fluchthintergrund zurückzuführen. Allerdings ist für die erste Generation auch dann eine signifikante Vergrößerung der Disparitäten seit dem Jahr 2012 zu verzeichnen, wenn geflüchtete Jugendliche aus den Analysen ausgeschlossen werden. Dies deutet darauf hin, dass selbst zugewanderte Schülerinnen und Schüler in Deutschland zusätzliche Unterstützung benötigen, um die Sekundarstufe I erfolgreich abzuschließen.

Teilweise lassen sich die zuwanderungsbezogenen Disparitäten auf Merkmale der sozialen Herkunft zurückführen. Zudem unterstreichen die Ergebnisse des IQB-Bildungstrends 2018 erneut die Bedeutung der in der Familie gesprochenen Sprache, auch für das Fach Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächer. So erreichen Jugendliche aus zugewanderten Familien auch unter Kontrolle sozialer Hintergrundmerkmale geringere Kompetenzwerte als Jugendliche ohne Zuwanderungshintergrund, wenn sie in ihren Familien nur manchmal oder nie Deutsch sprechen. Diese Befunde weisen darauf hin, wie wichtig es ist, gerade auch für Kinder und Jugendliche nichtdeutscher Herkunftssprache hinreichende Lerngelegenheiten für den Erwerb und die kontinuierliche Weiterentwicklung bildungssprachlicher Kompetenzen in der Instruktionssprache Deutsch zur Verfügung zu stellen, um alle Schülerinnen und Schüler sprachlich in die Lage zu versetzen, die verfügbaren Bildungsangebote zu nutzen.

Ergebnisse zur sozialen Eingebundenheit und zur Schulzufriedenheit der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler zeigen, dass diese sich weitgehend unabhängig von ihrem Zuwanderungshintergrund überwiegend gut in ihrer Klasse integriert fühlen und mit ihrer Schule zufrieden sind. Bei Jugendlichen mit einem Fluchthintergrund sind die Werte zwar erwartungsgemäß etwas geringer ausgeprägt, aber auch sie geben im Durchschnitt an, sozial gut eingebunden und mit ihrer Schule zufrieden zu sein. Angesichts der erschwerten Bedingungen, unter denen diese Jugendlichen nach Deutschland gekommen sind und hier leben, kann dies als Erfolg gewertet werden. Dies stimmt auch mit Einschätzungen der Schulleitungen überein, aus deren Perspektive die schulische Integration geflüchteter Jugendlicher insgesamt gut gelingt.

14.4 Motivationale Schülermerkmale im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern

Fachunterricht in Schulen soll nicht nur kognitive Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler fördern, sondern auch motivationale Merkmale, die sowohl für das fachbezogene Weiterlernen als auch bei der Kurswahl in der gymnasialen Oberstufe sowie bei der Entscheidung für eine berufliche Laufbahn beziehungsweise für ein Studienfach eine wichtige Rolle spielen. Daher wurden im IQB-Bildungstrend 2018 auch das Selbstkonzept und das Interesse der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern untersucht (vgl. Kapitel 10). Beim fachbezogenen Selbstkonzept handelt es sich um Selbsteinschätzungen der eigenen Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern in einem bestimmten Schulfach, also das Vertrauen in die eigenen fachspezifischen Fähigkeiten. Das fachbezogene Interesse bildet ab, wie reizvoll und wichtig Schülerinnen und Schüler die Inhalte des jeweiligen Fachs finden und wie viel Freude es ihnen bereitet, sich mit den fachbezogenen Inhalten zu beschäftigen.

Im IQB-Bildungstrend 2018 gab ein erheblicher Anteil der Schülerinnen und Schüler an, über ein mittleres oder hohes Selbstkonzept und Interesse im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern zu verfügen. Ein ebenfalls substanzieller Anteil der Jugendlichen weist jedoch ein nur geringes Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten (je nach Fach zwischen 30 % und 44 %) und ein schwach ausgeprägtes fachliches Interesse (zwischen 20 % und 28 %) auf. Die höchsten Mittelwerte für die Selbstkonzept- und Interessensskalen liegen dabei für das Fach Biologie, die niedrigsten für das Fach Physik vor. Weiterhin sind geschlechtsbezogene Disparitäten zu verzeichnen: Während die Jungen in den Fächern Mathematik, Chemie und Physik ihre eigenen Kompetenzen und ihre Interessen im Mittel höher einschätzen als die Mädchen, schätzen die Mädchen sich im Fach Biologie im Durchschnitt als fähiger und interessierter ein als die Jungen. Die geschlechtsbezogenen Disparitäten im Selbstkonzept und Interesse decken sich also nur zum Teil mit den Geschlechterunterschieden in den korrespondierenden Kompetenzen (siehe Abschnitt 14.3.1; vgl. auch Kapitel 7). So weisen Jungen in den Fächern Chemie und Physik höhere Selbstkonzepte und Interessen auf als Mädchen, obwohl keine Unterschiede oder sogar kleine Vorteile der Mädchen in den Kompetenzausprägungen bestehen.

Im Trend zeigt sich, dass die mittleren Werte für das Selbstkonzept und das Interesse im Jahr 2018 nahezu durchgängig (mit Ausnahme des Interesses am Fach Chemie) signifikant geringer ausfallen als im Jahr 2012. Allerdings sind die Veränderungen in der Gesamtpopulation zumeist gering; nur der Rückgang im mathematischen Interesse ist als substanziell einzustufen. Die ungünstigen Trends sind überwiegend darauf zurückzuführen, dass sich die Selbstkonzept- und Interessenswerte der Jungen im Untersuchungszeitraum signifikant verringert haben. Bei den Mädchen hingegen blieben die Werte weitgehend stabil. Durch diese differenziellen Trends reduzierten sich die geschlechtsbezogenen Disparitäten im Selbstkonzept und Interesse in den Fächern Mathematik, Chemie und Physik zwischen den Jahren 2012 und 2018 substanziell. Die ungünstigen Trends bei den Jungen in den hier untersuchten motivationalen Merkmalen korrespondieren mit den teilweise ungünstigen Veränderungen in den von ihnen im Durchschnitt erreichten Kompetenzen (siehe Abschnitt 14.3.1).

14.5 Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik

Aufgrund der besonderen Bedeutung, die der Gestaltung des Unterrichts für den Lernerfolg zukommt, wurden im IQB-Bildungstrend 2018 auch Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik aus Sicht der Lehrkräfte sowie der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien und an nichtgymnasialen Schularten untersucht (vgl. Kapitel 11). Die Erfassung dieser Merkmale orientierte sich dabei an anderen nationalen und internationalen Schulleistungsstudien, wobei zwischen Sichtstrukturen und Tiefenstrukturen unterschieden wurde. Bei Sichtstrukturen handelt es sich um Oberflächenmerkmale, die sich auf die formale Organisationsstruktur des Unterrichts beziehen. Hierzu zählen leicht beobachtbare Merkmale wie die eingesetzten Lern- und Organisationsformen (z.B. Kleingruppenarbeit, Klassenunterricht, Peer-Tutoring), Instruktionsmodelle (z.B. lehrerzentrierte Instruktion) sowie methodische Elemente (z.B. binnendifferenzierende Maßnahmen wie leistungsbezogene Aufgabenvariationen). Tiefenstrukturen beschreiben hingegen, in welcher Art und Weise sich Schülerinnen und Schüler mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen und wie dies durch die Lehrkraft

begleitet und unterstützt wird. Hierbei werden die drei Basisdimensionen Klassenführung, konstruktive Unterstützung und kognitive Aktivierung unterschieden.

Für die untersuchten Sichtstrukturen des Unterrichts, die anhand von Angaben der Lehrkräfte erfasst wurden, zeigen die Ergebnisse des IQB-Bildungstrends 2018, dass sich die Schwerpunktsetzung in den eingesetzten Lernformen im Vergleich zu früheren Schulleistungsstudien wie PISA⁶ nicht deutlich verändert hat. Der Mathematikunterricht verläuft insgesamt eher variationsarm und ist überwiegend durch Klassenunterricht sowie Einzel- beziehungsweise Stillarbeit geprägt. Methoden der Binnendifferenzierung setzen die meisten Lehrkräfte manchmal im Mathematikunterricht ein, wobei dies an nichtgymnasialen Schularten etwas häufiger der Fall ist als an Gymnasien.

Die Tiefenstrukturen des Unterrichts wurden anhand der von den Schülerinnen und Schülern in einer Lerngruppe geteilten Wahrnehmungen verschiedener Merkmale analysiert, die den drei oben genannten Basisdimensionen zuzuordnen sind. Die Ergebnisse zeigen, dass der Mathematikunterricht an Gymnasien aus Sicht der Jugendlichen durch eine positivere Fehlerkultur (respektvoller und geduldiger Umgang mit Fehlern) geprägt ist und kognitiv aktivierender sowie störungsärmer eingeschätzt wird als an nichtgymnasialen Schulen. Jugendliche an nichtgymnasialen Schulen schätzen die Schülerorientierung ihres Mathematikunterrichts hingegen höher ein. Gleichzeitig sind differenzielle Entwicklungen zu beobachten, die darauf hinweisen, dass der Mathematikunterricht aus Sicht der Jugendlichen an nichtgymnasialen Schulen im Jahr 2018 strukturierter und kognitiv aktivierender verläuft als im Jahr 2012, wohingegen an Gymnasien keine Veränderungen festzustellen sind. Diese Entwicklung könnte längerfristig zu einer Steigerung des Kompetenzniveaus in den nichtgymnasialen Schulen beitragen. Im Ländervergleich zeigt sich zudem, dass sich der Mathematikunterricht in den meisten ostdeutschen Flächenländern, in denen die Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik überwiegend recht hoch ausfallen, dadurch auszeichnet, dass die Vermittlung der Unterrichtsinhalte in der Wahrnehmung der Jugendlichen deutlich strukturierter verläuft als im bundesweiten Vergleich und in besonderem Maße darauf abzielt, kognitiv herausfordernde Verstehensprozesse anzuregen.

Analysen zu Zusammenhängen zwischen Sicht- und Tiefenstrukturen mit multikriterialen Zielen des Mathematikunterrichts, zu denen neben der Entwicklung fachbezogener Kompetenzen auch die fachbezogene Förderung eines positiven Selbstkonzepts und eines hohen Interesses sowie der Abbau von Mathematikangst zählen, ergeben vor allem bedeutsame Zusammenhänge mit den Tiefenstrukturen. Somit bestätigen sich erneut Befunde früherer Studien, dass erfolgreiche Lehr-Lernprozesse kaum mit einer bestimmten methodischen Unterrichtsgestaltung beziehungsweise Sichtstruktur zusammenhängen, sondern die Tiefenstrukturen entscheidend sind, die sich auf die Qualität der Auseinandersetzung der Lernenden mit den Lerninhalten und die Interaktionen der Schülerinnen und Schüler untereinander sowie mit der Lehrkraft beziehen.

6 Das Akronym PISA steht für *Programme for International Student Assessment*.

14.6 Aspekte der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern

Neben den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler nehmen die Studien des IQB auch die Lehrkräfte der getesteten Kinder und Jugendlichen in den Blick, wobei ein Fokus auf Merkmalen der beruflichen Qualifikation und Weiterqualifikation der Lehrerinnen und Lehrer liegt. Vor dem Hintergrund des aktuellen Lehrkräftemangels, der teilweise sehr ausgeprägt ist und zukünftig auch noch weiter steigen wird, wurde im IQB-Bildungstrend 2018 untersucht, inwieweit Unterricht zum einen von Lehrkräften erteilt wird, die kein Lehramtsstudium absolviert haben (Quereinsteigende), und zum anderen von Lehrkräften, die zwar ein Lehramtsstudium vorzuweisen haben, aber fachfremd eingesetzt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass Quereinsteigende in allen untersuchten Fächern einen substanziellen Anteil der befragten Lehrkräfte ausmachen, wobei zu dieser Gruppe nicht nur Personen gezählt werden, die erst vor kurzer Zeit die Tätigkeit als Lehrkraft aufgenommen haben, sondern auch Kolleginnen und Kollegen ohne Lehramtsstudium, die inzwischen über viel Unterrichtserfahrung verfügen. Die höchsten Anteile an Quereinsteigenden finden sich in den Fächern Chemie und Physik, wo in Deutschland insgesamt fast 15 Prozent beziehungsweise 17 Prozent der Lehrkräfte Quereinsteigerinnen und Quereinsteiger sind. Im Fach Mathematik sind knapp 9 Prozent, im Fach Biologie gut 6 Prozent und im integrativen Fach Naturwissenschaften 5 Prozent der Lehrkräfte Quereinsteigende. Im Vergleich der Schularten zeigt sich in der Tendenz, dass Quereinsteigerinnen und Quereinsteiger häufiger in nichtgymnasialen Schularten unterrichten und somit an Schulen, deren Schülerinnen und Schüler sich im Durchschnitt durch schwächere Lernvoraussetzungen auszeichnen als an Gymnasien.

Für die fachfremd unterrichtenden Lehrkräfte zeigt sich für Deutschland insgesamt, dass ihr Anteil im Fach Mathematik (12 %) und im integrativen Fach Naturwissenschaften (15 %) deutlich höher ausfällt als in den einzelnen naturwissenschaftlichen Fächern (Biologie: 5 %, Chemie: 4 %, Physik: 7 %). Ferner sind wiederum Unterschiede zwischen den Schularten zu verzeichnen. Im Fach Mathematik findet sich in beiden Schularten ein bedeutsamer Anteil fachfremd unterrichtender Lehrkräfte, der an nichtgymnasialen Schulen jedoch etwas größer ausfällt. In den naturwissenschaftlichen Fächern kommt am Gymnasium fachfremder Unterricht kaum vor, an nichtgymnasialen Schulen ist er hingegen deutlich verbreiteter.

Analysen zu Zusammenhängen zwischen der Qualifikation der Lehrkräfte und den in den Klassen erreichten Kompetenzen zeigen, dass nach Kontrolle der Klassenzusammensetzung lediglich für den fachfremden Mathematikunterricht kleine Effekte auf die Schülerleistung zu verzeichnen sind: Klassen fachfremd unterrichtender Lehrkräfte erzielen geringfügig schwächere Leistungen als Klassen, die von Fachlehrkräften unterrichtet werden. Für Klassen von Quereinsteigenden ist – nach Kontrolle der Klassenkomposition – kein signifikanter Nachteil in den erreichten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler festzustellen. Bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Analysen ist allerdings zu beachten, dass die fachliche und pädagogische Kompetenz der Quereinsteigenden nicht berücksichtigt werden konnte und zudem unberücksichtigt blieb, wie lange die Klasse von der jeweiligen Lehrkraft unterrichtet wurde.

Zusätzlich zur Qualifikation der Lehrkräfte wurde auch ihre Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen untersucht. Insgesamt gab die überwiegende Mehrheit der Lehrkräfte (84 %) an, in den Schuljahren 2016/2017 und 2017/2018

an Fortbildungen teilgenommen zu haben, wobei gut 40 Prozent der Teilnehmenden ein bis zwei Veranstaltungen, fast 44 Prozent drei oder mehr Veranstaltungen und etwa 16 Prozent keine Veranstaltung besuchten. In Ländern mit Fortbildungsverpflichtung ist die Teilnahmequote im Durchschnitt höher als in Deutschland insgesamt. Eine inhaltliche Auswertung der Themen besuchter Fortbildungsveranstaltungen zeigt ferner, dass Lehrkräfte sich insbesondere mit fachdidaktischen und curricularen Themen sowie mit Fragen der Mediennutzung im Unterricht und Unterrichtsmethoden beschäftigen. Auf die Frage, zu welchen Themenbereichen Lehrkräfte bei sich selbst zusätzlichen Fortbildungsbedarf sehen, gab über die Hälfte von ihnen an, einen hohen oder sehr hohen Fortbildungsbedarf zu Binnendifferenzierung sowie zur Förderung von schwachen Schülerinnen und Schülern, Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund oder sonderpädagogischem Förderbedarf zu haben. Dies weist darauf hin, dass Lehrkräfte zusätzliche Unterstützung im Umgang mit einer heterogenen Schülerschaft benötigen.

14.7 Fazit

Insgesamt ergibt der IQB-Bildungstrend 2018 für die von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern erreichten Kompetenzen erneut ein Bild, das teilweise auf Stabilität, teilweise aber auch auf eher ungünstige Veränderungen über die Zeit hinweist. In Deutschland insgesamt fallen die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Jahr 2018 weitgehend ähnlich aus wie im Jahr 2012. Wie sich die von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern erreichten Kompetenzen entwickelt haben, unterscheidet sich jedoch zwischen den Ländern. In einigen Ländern sind sowohl im Fach Mathematik als auch in den naturwissenschaftlichen Fächern insbesondere für Jungen deutlich ungünstige Veränderungen zu verzeichnen, was aufgrund des teilweise sehr hohen Ausgangsniveaus jedoch nicht immer zu unterdurchschnittlichen Ergebnissen im Jahr 2018 führt. Signifikant positive Veränderungen sind allerdings kaum zu verzeichnen und die Länderunterschiede im erreichten Kompetenzniveau sind weiterhin groß. An Gymnasien zeigen sich in Deutschland insgesamt in nahezu allen betrachteten Kompetenzbereichen ungünstige Entwicklungen, die innerhalb der Länder unterschiedlich stark ausfallen.

Zwischen den Jahren 2012 und 2018 haben sich in den Schulsystemen der Länder einige Veränderungen weiter vollzogen, die bereits in früheren IQB-Bildungstrends relevant waren. Die Heterogenität der Schülerschaft hat sich unter anderem dadurch erhöht, dass der Anteil der Schülerinnen und Schüler aus zugewanderten Familien an deutschen Schulen weiter gestiegen ist (vgl. Kapitel 9) und dass durch die Umsetzung von Inklusion mehr Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf eine allgemeine Schule besuchen (vgl. Kapitel 4). Diese Veränderungen sind jedoch nicht verstärkt in Ländern aufgetreten, in denen besonders ungünstige Entwicklungen in den erreichten Kompetenzen zu verzeichnen sind, so dass sie kaum zur Erklärung der negativen Trends beitragen dürften. Auch der Generationswechsel in den Lehrkräftekollegien dieser Länder scheint sich zwischen den Jahren 2012 und 2018 noch nicht so weit vollzogen zu haben, dass ein direkter Zusammenhang mit den negativen Trends bestehen könnte. Wie die Ergebnismuster einzuschätzen und welche Schlussfolgerungen daraus zu ziehen sind, lässt sich jedoch anhand von Daten des IQB-Bildungstrends 2018 allein nicht beurteilen. Dies muss

innerhalb der Länder unter Berücksichtigung zusätzlicher Informationen über das jeweilige Bildungssystem und dessen Veränderungen im Untersuchungszeitraum diskutiert werden. Hierbei sollte die Frage im Vordergrund stehen, wie die Qualität des Unterrichts weiterentwickelt werden kann, um die identifizierten Schwächen zu reduzieren und ungünstigen Trends entgegenzuwirken.

Ein Diskussionspunkt sollte dabei auch die Frage sein, wie Jungen und Mädchen jeweils noch gezielter unterstützt werden können. Dass die Jungen im Durchschnitt in einigen Ländern im Jahr 2018 deutlich geringere Kompetenzwerte erreichen als im Jahr 2012 und sich auch ihre fachbezogenen Selbstkonzepte und Interessen in diesem Zeitraum ungünstig entwickelt haben, fügt sich in das Muster an Befunden ein, die darauf hinweisen, dass Jungen im Bildungssystem zunehmend weniger erfolgreich sind. Hier gilt es, unter Einbezug des relevanten Forschungsstands zu diskutieren, wie dieser Entwicklung entgegengewirkt werden kann. Gleichzeitig weist die Diskrepanz zwischen den von Schülerinnen erreichten Kompetenzen einerseits und ihren motivationalen Merkmalen andererseits darauf hin, dass eine weitere Herausforderung nach wie vor darin besteht, Mädchen von ihrem Leistungspotenzial im MINT-Bereich zu überzeugen und ihr Interesse daran zu fördern. Fachbezogene Selbstkonzepte und Interessen bilden eine wichtige Voraussetzung dafür, dass es sich junge Frauen vermehrt zutrauen, berufliche Laufbahnen in diesem Bereich einzuschlagen.

Der IQB-Bildungstrend 2018 schließt den zweiten Zyklus des nationalen Bildungsmonitorings auf Grundlage der Bildungsstandards der KMK ab. Den dritten Zyklus wird der IQB-Bildungstrend 2020 eröffnen, der neun Jahre nach dem IQB-Ländervergleich 2011 und vier Jahre nach dem IQB-Bildungstrend 2016 erneut die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 4. Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik untersucht. Anhand der Daten dieser Studie wird es erstmals möglich sein, Entwicklungen über drei Zeitpunkte hinweg zu analysieren. Ein Jahr später wird der IQB-Bildungstrend 2021 wieder Kompetenzen von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in den sprachlichen Fächern untersuchen. Den Abschluss des dritten Zyklus bildet schließlich der IQB-Bildungstrend 2024 zu den von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern erreichten Kompetenzen.